

Nové možnosti rozvoje vzdělávání na Technické univerzitě v Liberci

Specifický cíl A2: Rozvoj v oblasti distanční výuky, online výuky a blended learning

NPO_TUL_MSMT-16598/2022



Smart oděvy



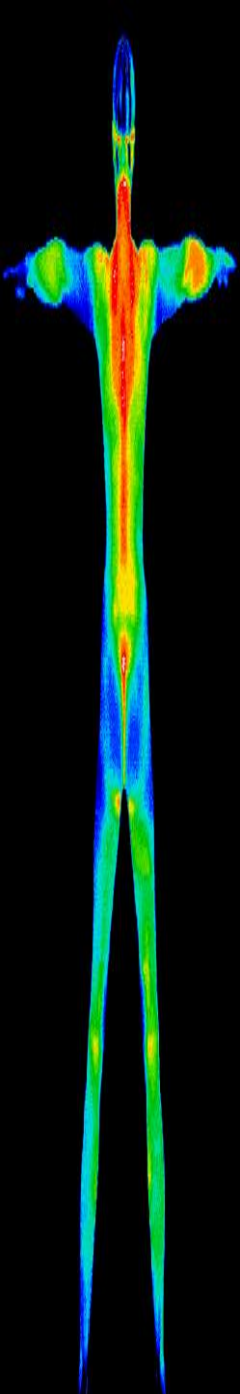
Financováno
Evropskou unií
NextGenerationEU



Národní
plán
obnovy



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



SOD

Smart oděvy

Opravdu nutné a základní znalosti

Když smart, tak se skoro nikdy
neobejdeme bez elektroniky

Elektrina

- Název podle jantaru (řecky *élektron*)



Obr. zdroj Wikipedia Commons

Elektrina

- Nabíjení , statická elektrina. Například třením (hřeben a vlasy)
- Elektrický náboj
- Elektrické pole – silové působení
- Popis pole, v tomto případě elektrického. Intenzita
- Směrnost – vektor
- Elektromagnetické pole - Maxwellovy zákony

Elektrina

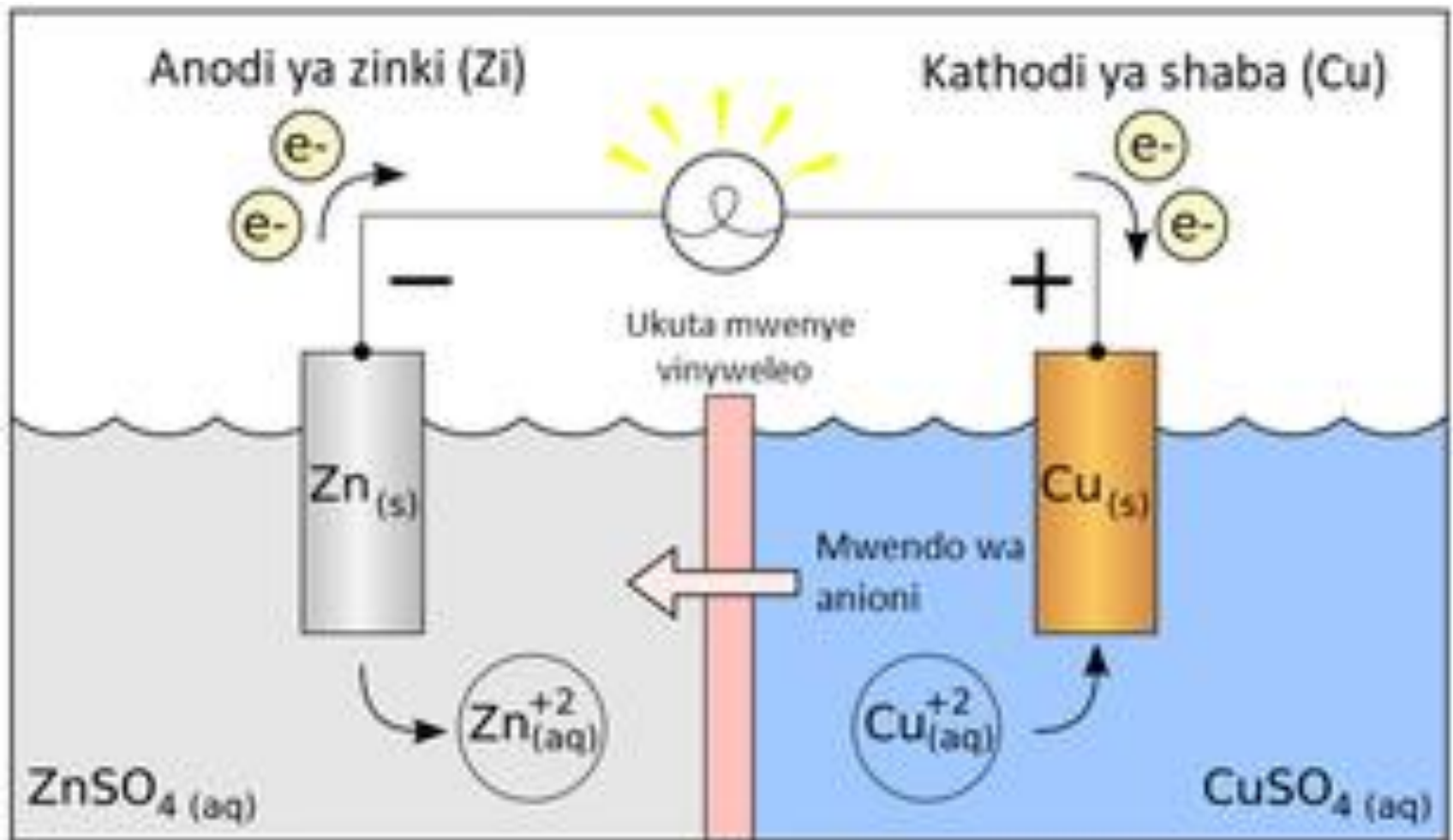
- potřebujeme elektrinu nějak skladovat
- nejlépe přímo v součásti oděvu !

Luigi Galvani

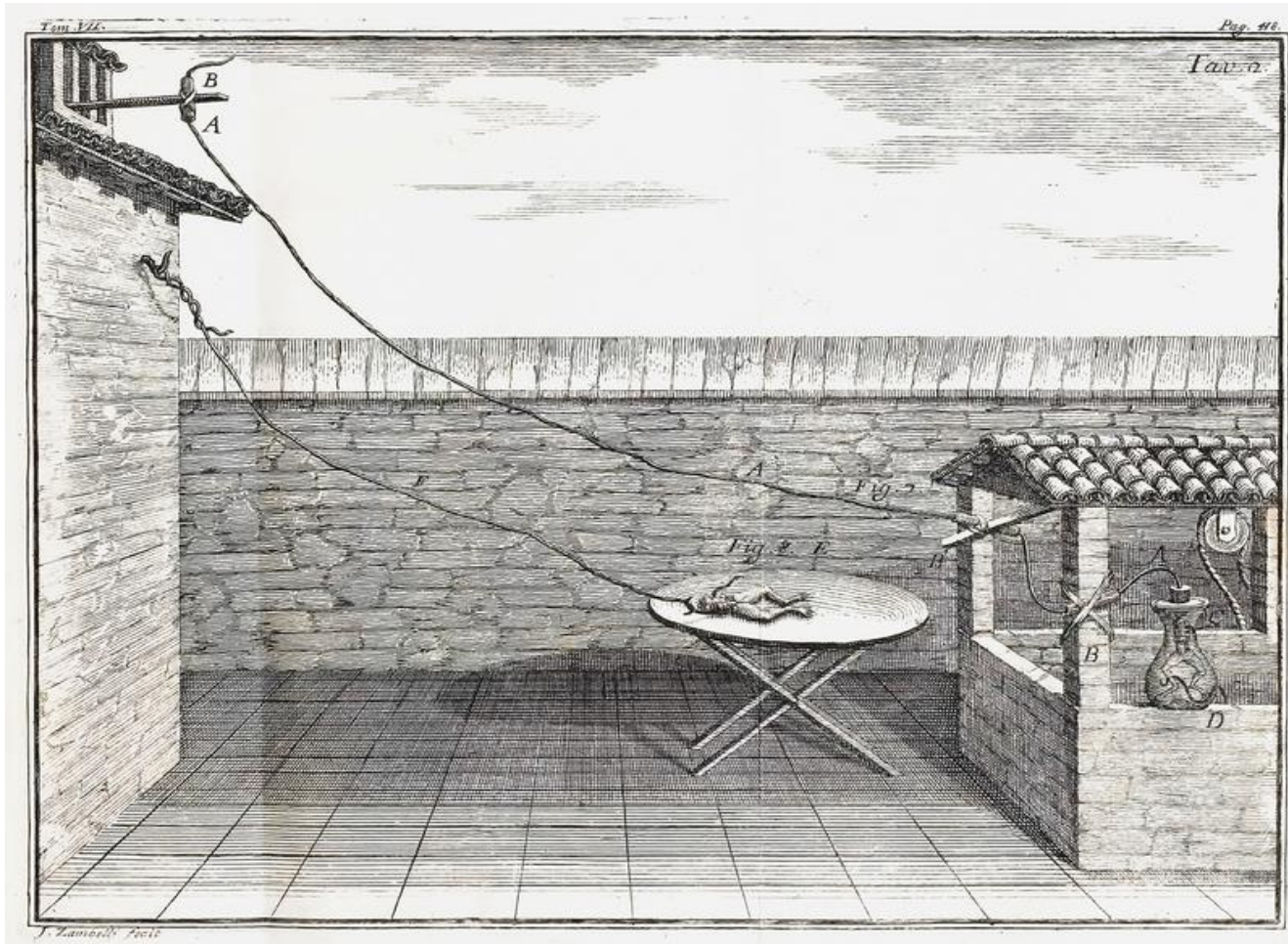
- (1737-1798)
- lékař, zkoumal elektrické jevy při pohybech svalů
- Galvanismus (svaly mrtvých žab)
- Věřil, že elektrina je spojena se životem, se živými tvory



Galvani – nejprve el. článěk



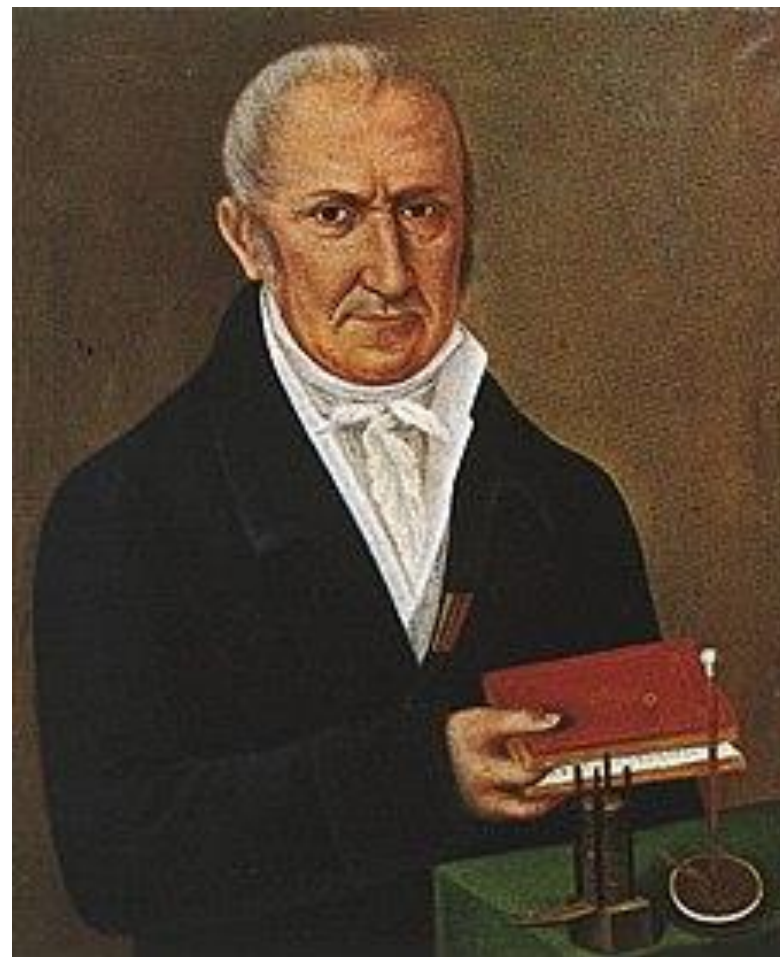
Galvani a potom žabí stehýnko



Obr. Zdroj Wikipedia Commons

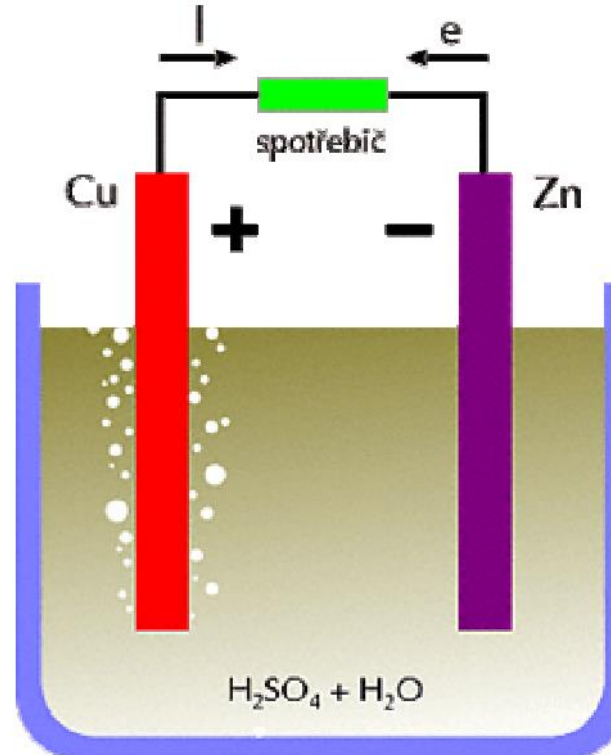
Alessandro Volta

- (1745-1827)
- Fyzik
- Tření (elektrický náboj)
- Voltův článek
- kondenzátor



Elektrický člunek

- Galvanický člunek



Elektrický článek

- Mnoho typů, dnes prakticky:
- Primární články (baterie)
- Zinko-uhlíkový (běžný, levný)
- Alkalický (běžný)
- Stříbro-oxid (velmi kvalitní baterie)
- Lithiový (velmi kvalitní, trvanlivý)

Elektrický článek

- Sekundární článek, akumulátor (schopný dobíjení)
- Olověný (auta)
- NiklMetalHydrid
- Lion (vysoká kapacita)
- LiPol (velmi vysoká kapacita, riziko požáru)

Elektrický článek



Základní veličiny

Náboj

- Coulomb [C]
- Náboj $q = C.U$
- Elementární náboj (náboj elektronu $e=1,6 \times 10^{-19}$ C)

- Zákon zachování náboje

Elektrický proud

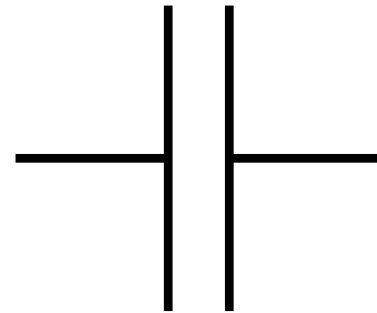
- Pohyb elektrického náboje (částice, tělesa)
- Běžně pohyb elektronů (záporný náboj)
- Jednotka: Amper [A]
- **Velikost elektrického náboje přeneseného za jednotku času**
- $Q = I \cdot t$
- Fyzikální analogie: průtok vody
- Konvence: kladný proud vytéká z kladné svorky zdroje

Elektrické napětí

- Rozdíl potenciálů
- Skalární veličina
- Určuje práci, kterou je nutno vykonat k přemístění
- Jednotka: Volt [V]

Kapacita

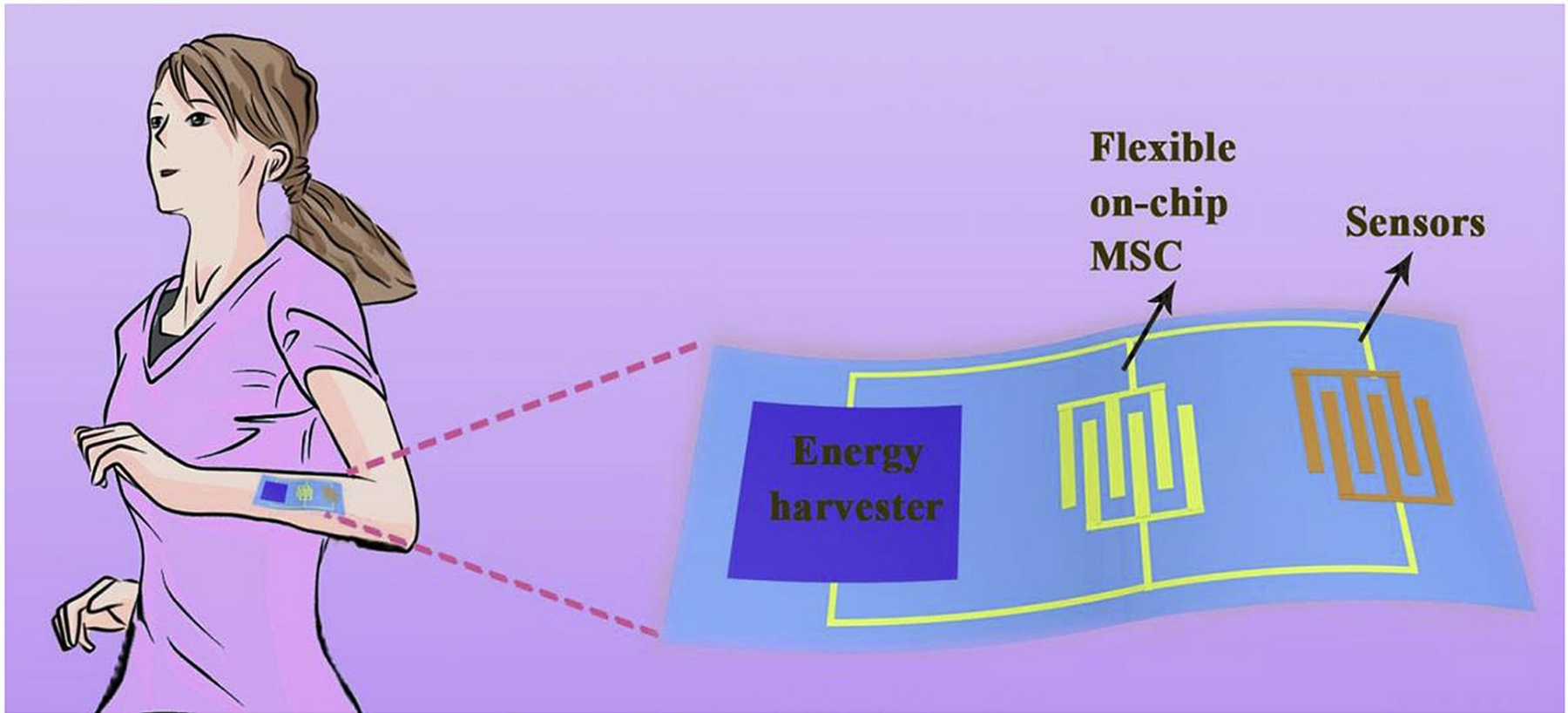
- Charakterizuje vlastnosti elektrického pole v nevodivém prostředí (dielektriku) s ohledem na akumulovanou energii elektrického pole
- Skalární veličina
- Kondenzátor
- Farad [F]
- Náboj $q = C \cdot U$



Kondenzátor



Supercapacitor



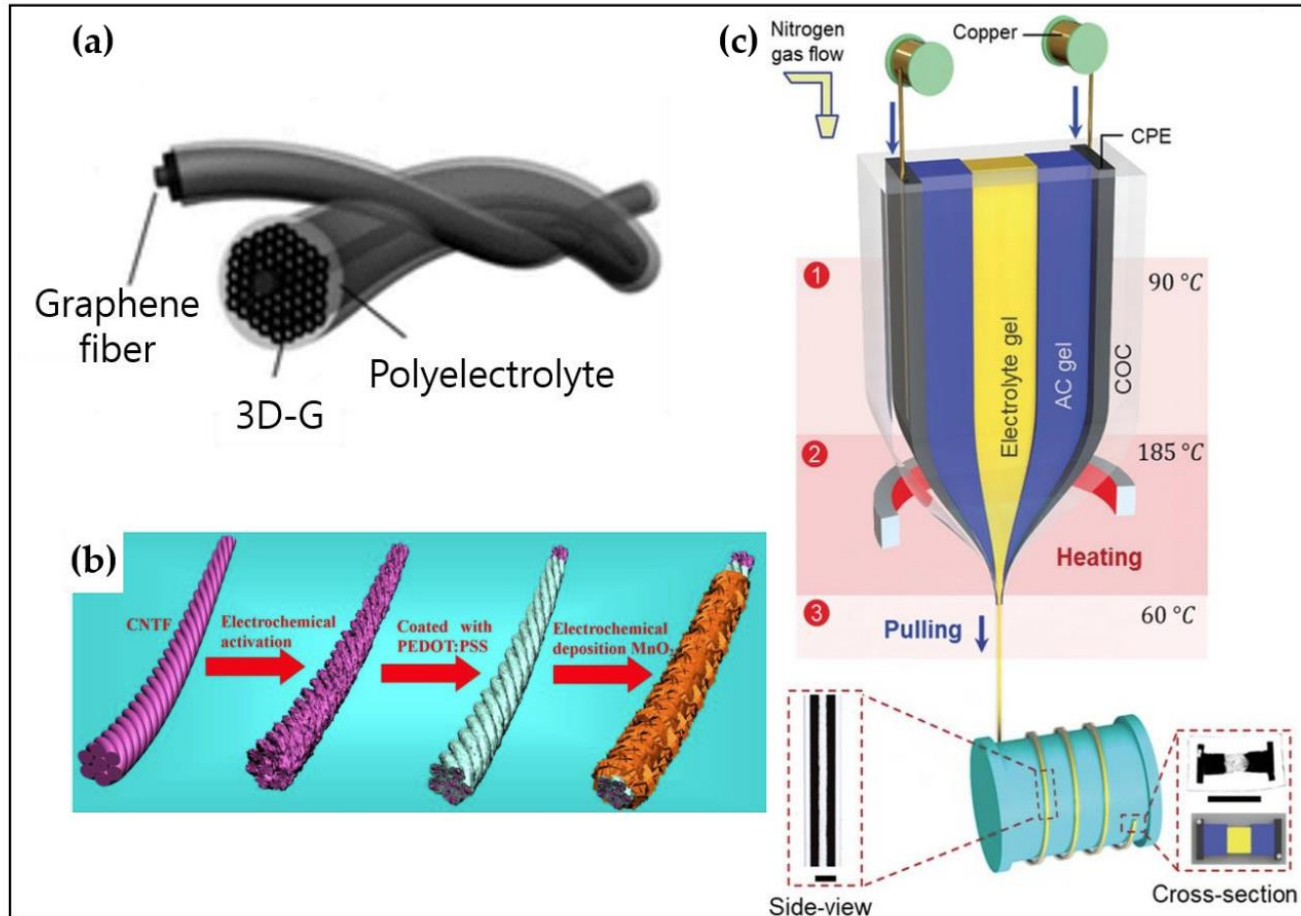


Figure 8. Schematic illustration of representative fiber-based supercapacitors. (a) Carbon-based supercapacitor fiber. Reproduced with permission from [146], Copyright (2013), Wiley. (b) Metal oxide-based supercapacitor fiber. Reproduced with permission from [49], Copyright (2017), Elsevier Ltd. (c) The longest supercapacitor fiber fabricated by the TDP. Reproduced with permission from [53], Copyright (2020), Wiley.

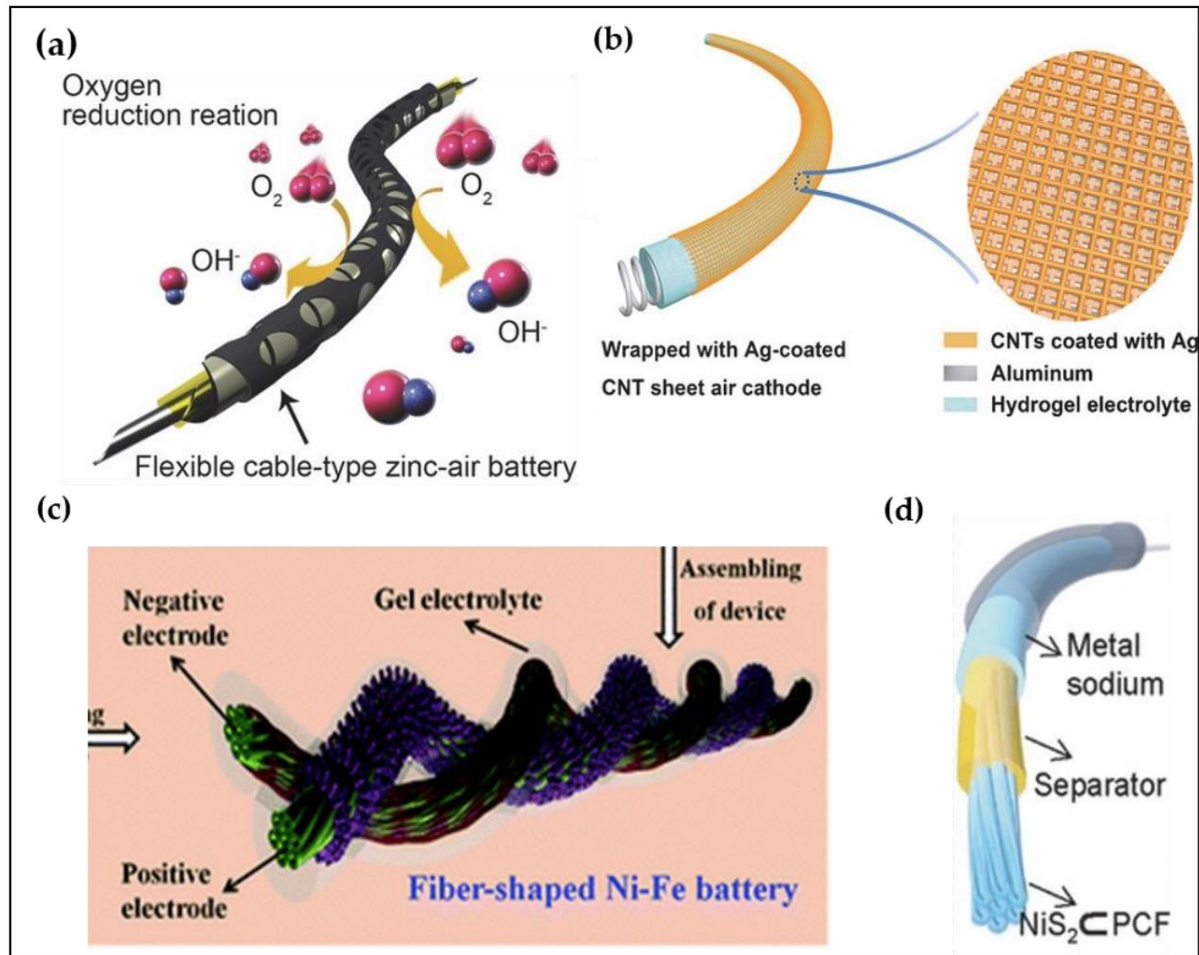


Figure 7. Schematic illustration of representative fiber-based non-lithium-ion batteries. (a) Zn-based metal-air battery fiber. Reproduced with permission from [142], Copyright (2015), Wiley. (b) Al-based metal-air battery fiber. Reproduced with permission from [143], Copyright (2016), Wiley. (c) Ni-Fe based Ni-metal battery fiber. Reproduced with permission from [144], Copyright (2019), Royal Society of Chemistry. (d) Sodium-based metal-air battery fiber. Reproduced with permission from [145], Copyright (2018), Wiley.

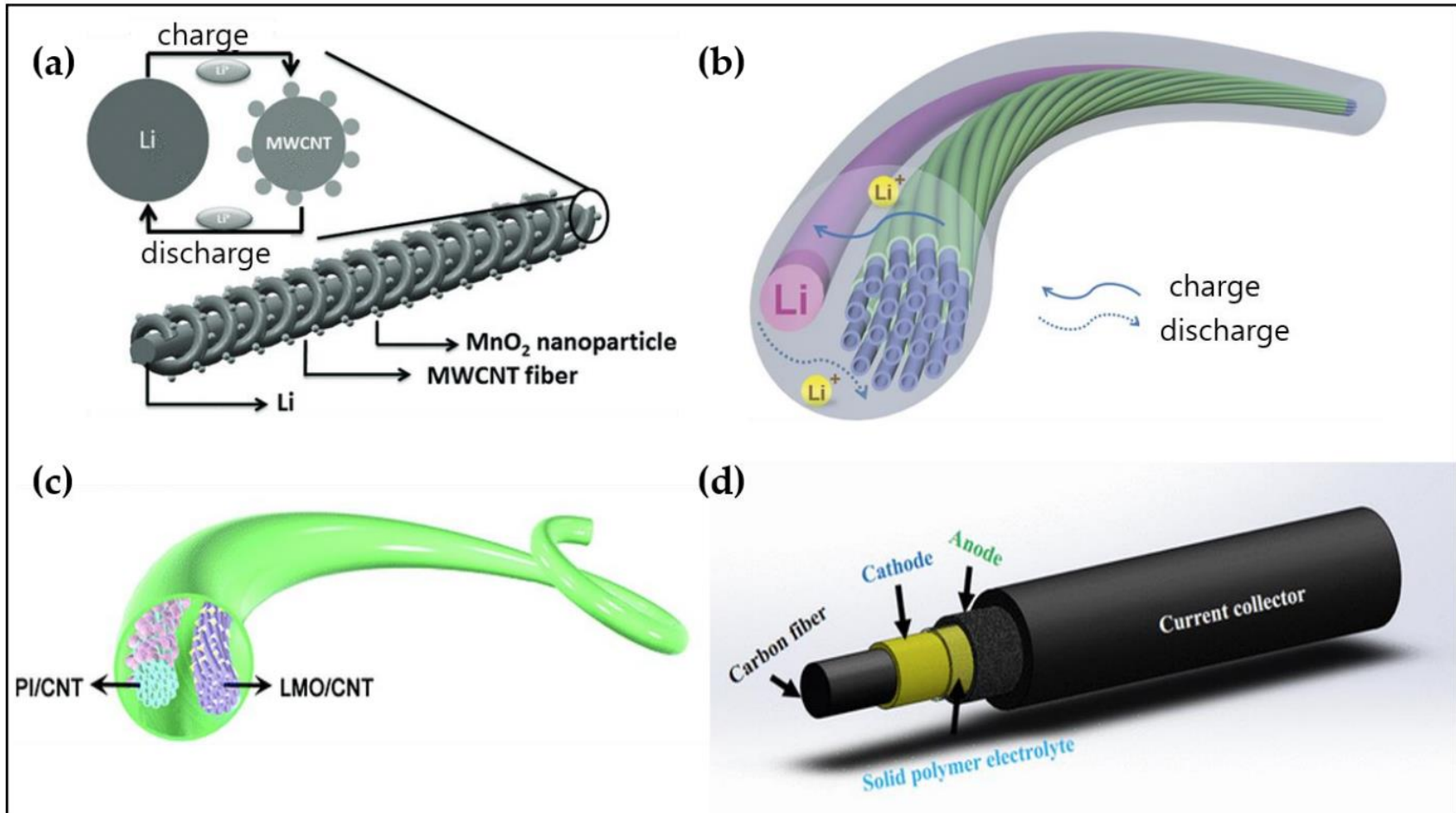


figure 6. Schematic illustration of representative fiber-based lithium-ion batteries. (a) MWCNT-based battery fiber. Reproduced with permission from [139], Copyright (2013), Wiley. (b) Si-based battery fiber. Reproduced with permission from [48], Copyright (2014), Wiley. (c) Aqueous lithium-ion battery fiber. Reproduced with permission from [140], Copyright (2016), Royal Society of Chemistry. (d) All-solid-state battery fiber. Reproduced with permission from [141], Copyright (2019), American Chemical Society.

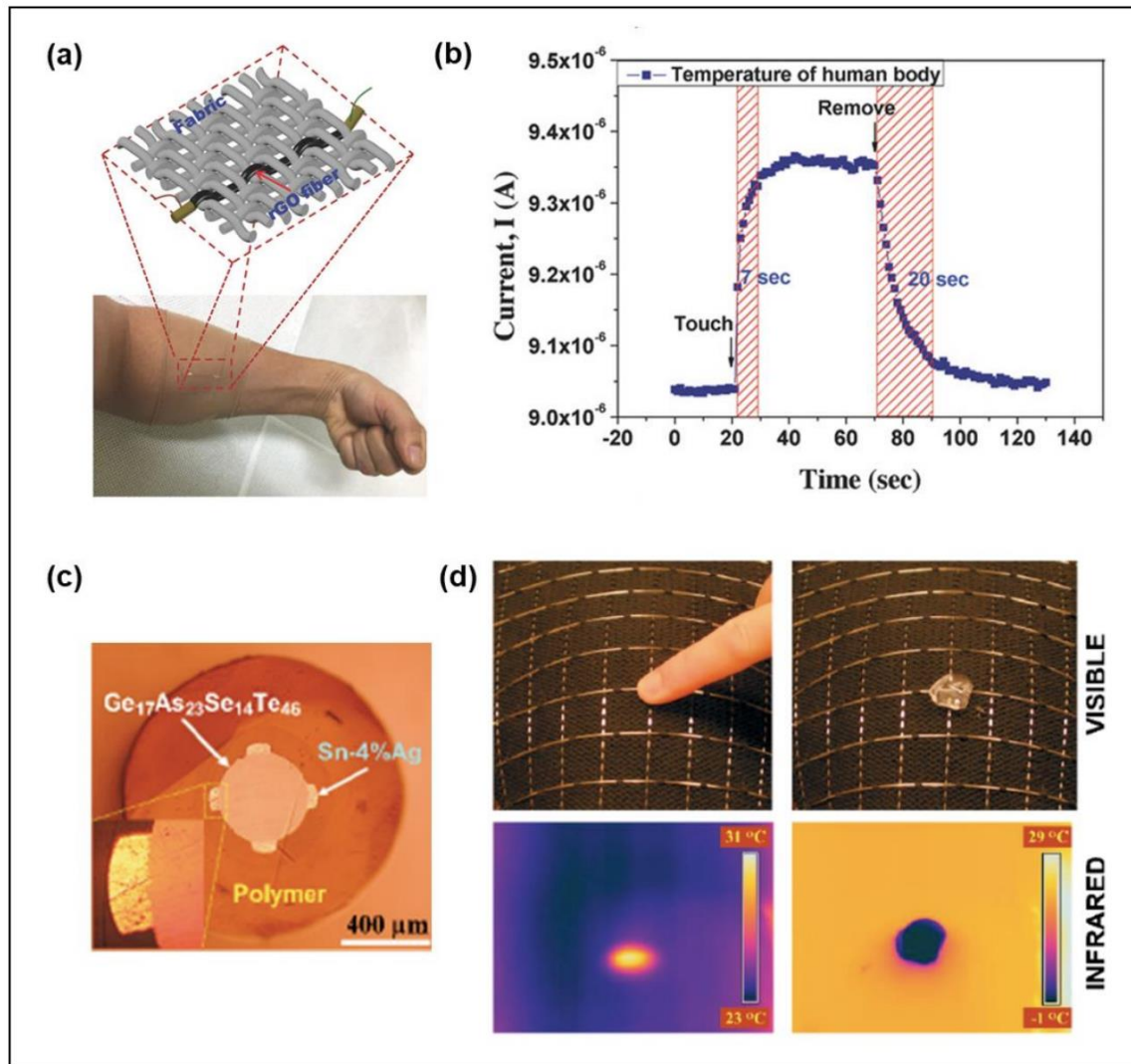


Figure 5. Temperature sensing fiber. (a) Schematic of an RGO-based fiber knitted into the fabric and worn on the arm (b) The fiber showed fast response time (7 s) and a great recovery time of (20 s). Reproduced with permission from [38] Copyright (2018), Wiley. (c) Cross-sectional micrograph image of the chalcogenide-based fiber. (d) The 8×8 fiber array detected heating locally with the touch of a finger and cooling with a piece of ice. Reproduced with permission from [25] Copyright (2006), Wiley.

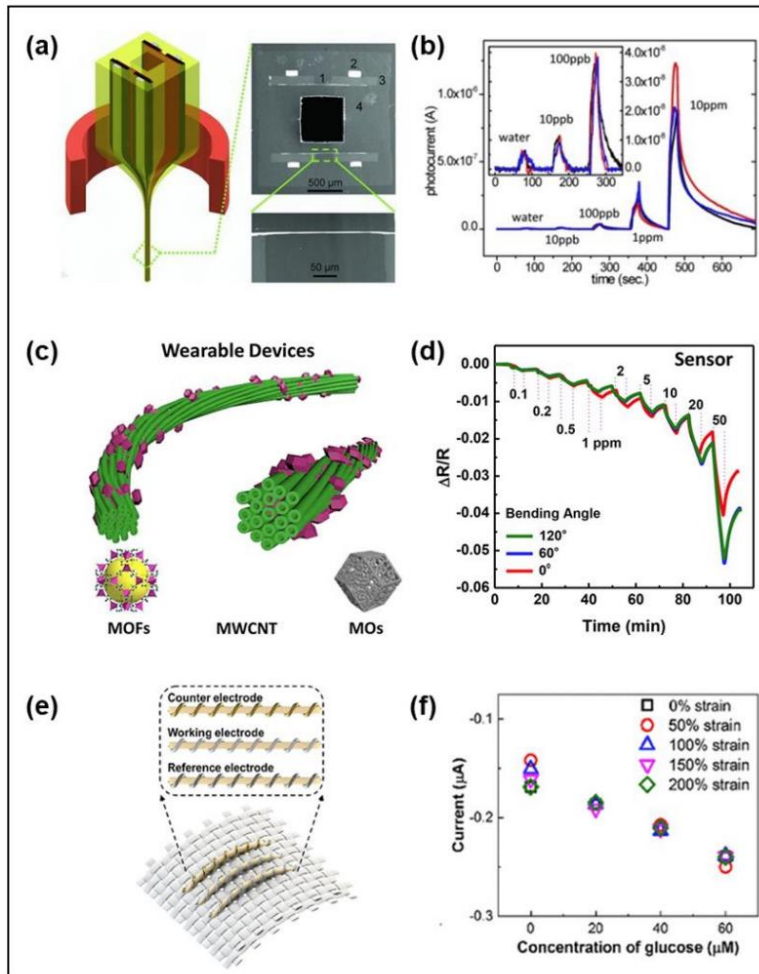


Figure 3. Chemical sensing fiber. (a) Cross-sectional SEM image of the chemiluminescent fiber. (b) Sensitivity to peroxide vapor down to 10 ppb. Reproduced with permission from [55], Copyright (2012), Wiley. (c) Schematics of MOFs/MWCNT fiber. (d) Sensitivity to NO_2 down to 0.1 ppm under bending. Reproduced with permission from [47], Copyright (2017), American Chemical Society. (e) Schematic of the fibers integrated into a textile. (f) The calibration plot of the chronoamperometric responses of the fiber up to 200% strain. Reproduced with permission from [39], Copyright (2019), American Chemical Society.

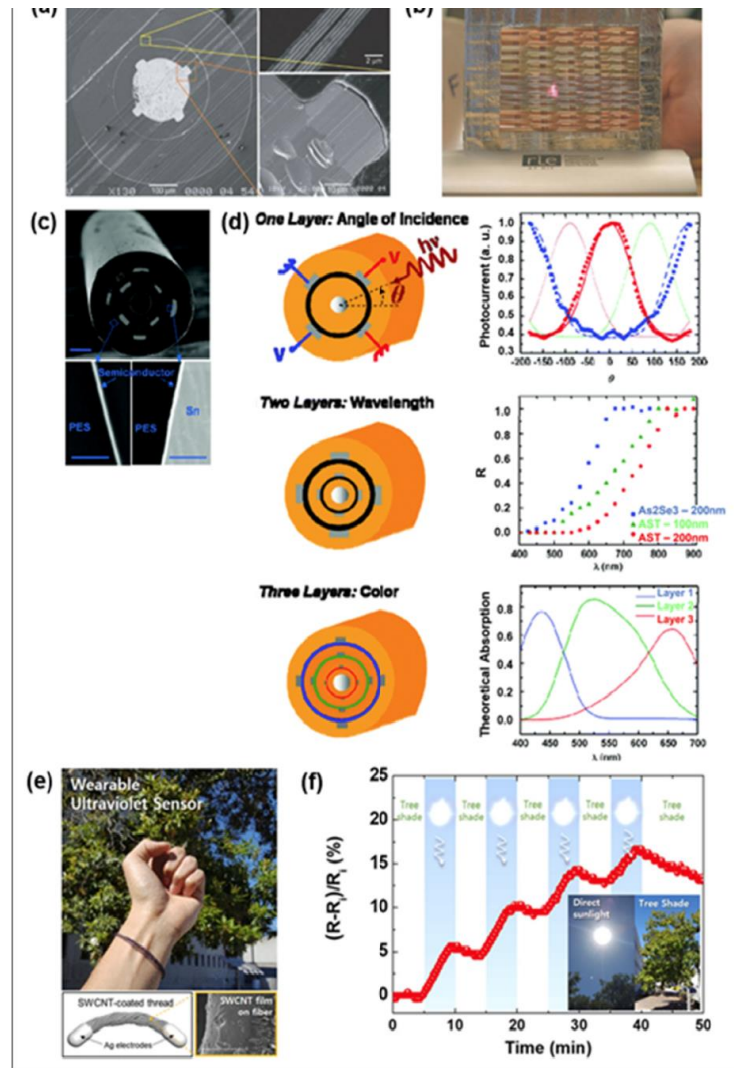


Figure 4. Photosensing fiber. (a) Cross-sectional SEM image of the photosensing fiber. (b) A woven spectrometric textile. Reproduced with permission from [50], Copyright (2004), Nature Publishing Group. (c) Cross-sectional SEM image of the double-layer fiber (d) Schematics of 3 types of fibers for detecting the direction, wavelength, and spectrum of incident radiation. Reproduced with permission from [57], Copyright (2009), American Chemical Society. (e) Top: UV monitoring fiber is worn on the wrist. Bottom: Schematic and SEM image of the fiber. (f) Normalized resistance of the fiber under natural sunlight and tree shade. Reproduced with permission from [33], Copyright (2018), American Chemical Society.

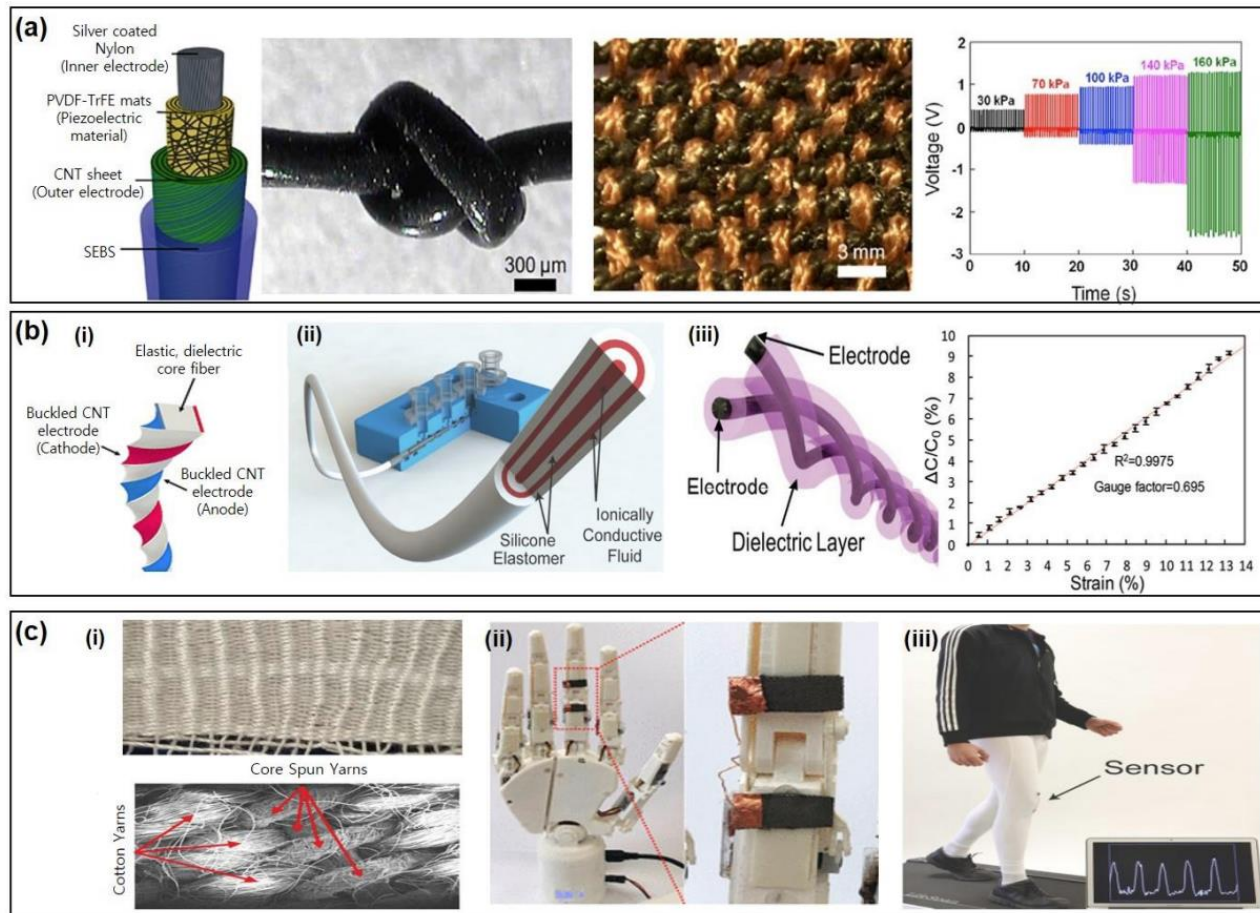
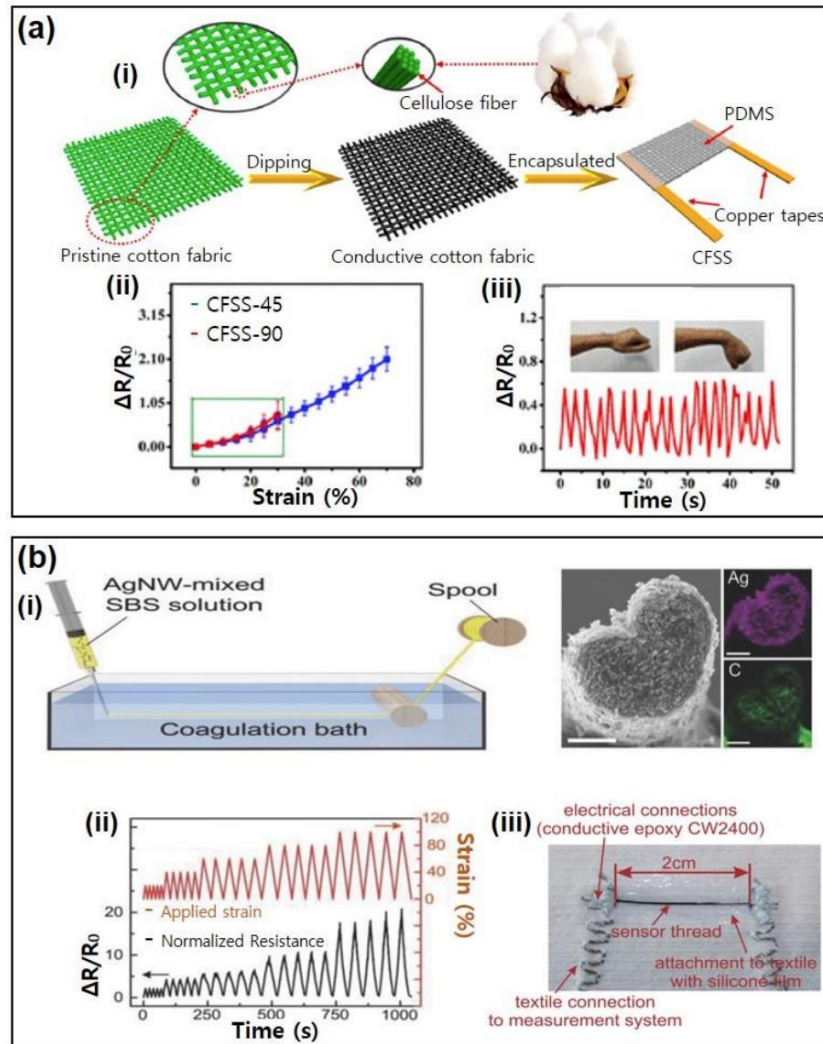


Figure 2. Fiber-based piezoelectric and capacitive tactile sensors. (a) Piezoelectric tactile fiber sensor was fabricated with an electrospun PVDF-TrFE fiber wrapped with silver-coated nylon yarn. This fiber sensor was flexible enough to be yarn and made into a textile. Reproduced with permission from [43], Copyright (2015), Wiley. (b) Core-spinning with silver fiber and cotton fiber. This fiber was integrated into cotton fabric. Reproduced with permission from [80], Copyright (2019), Wiley. (c) (i) Multicore-shell printing with dielectric elastomer and ionically conductive fluid. (ii) This fiber sensor was sewn onto pants to detect walking. Reproduced with permission from [81], Copyright (2015), Wiley. (iii) Cotton fabric based capacitive tactile sensors were attached to a robotic hand. Reproduced with permission from [80], Copyright (2020), American Chemical Society.



[Fiber-Based Sensors and Energy Systems for Wearable Electronics \(kaist.ac.kr\)](http://kaist.ac.kr)

Figure 1. Fiber-based resistive tactile sensors. (a) (i) Natural fabrics can be made into tactile sensors through dip-coating. Pristine cotton fabric was dipped into a solution of multilayer graphene. (ii) The behavior of this sensor's resistance in response to strain. (iii) The cotton fabric-based tactile sensor was attached to a human wrist to monitor wrist bending. Reproduced with permission from [30], Copyright (2020), American Chemical Society. (b) (i) Conductive composite fibers can be fabricated through spinning methods. SBS-AgNW mixture was wet-spun into a conductive composite fiber (left). Cross-sectional image of SBS-AgNW fiber (right). (ii) The behavior of SBS-AgNW fiber's resistance in response to strain. Reproduced with permission from [63], Copyright (2015), Wiley. (iii) A fibrous sensor was attached to a textile using a silicone film. Reproduced with permission from [41], Copyright (2008), MDPI.

Indukčnost

- charakterizuje vlastnosti magnetického pole vodičů, kterými protéká elektrický proud s ohledem na akumulovanou energii magnetického pole
- schopnost elektricky vodivých těles, kterými protéká elektrický proud, vytvořit ve svém okolí magnetické pole

Indukčnost

- Skalární veličina
- Cívka
- Henry[H]
- Magnetický tok $\Phi_c = Li$



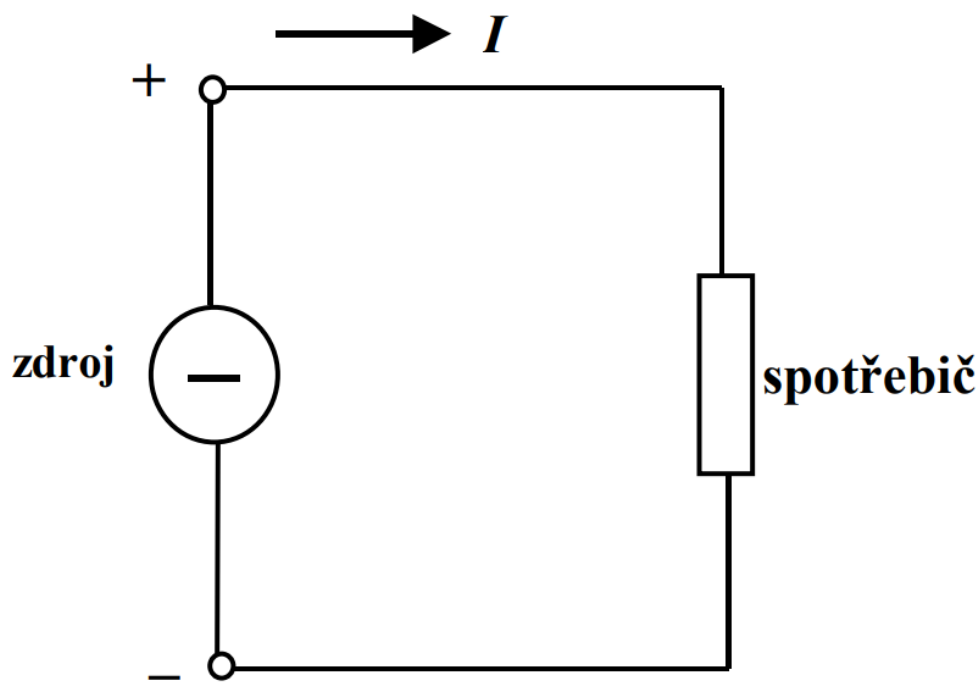
cívka



cívka s jádrem

Jednoduchý elektrický obvod

- zdroj
- vedení
- spotřebič



Ohmův zákon

- Georg Simon Ohm
- (1789-1854)
- Ohmův zákon (lineární prostředí) (1826)
- Vztah mezi napětím, proudem a odporem

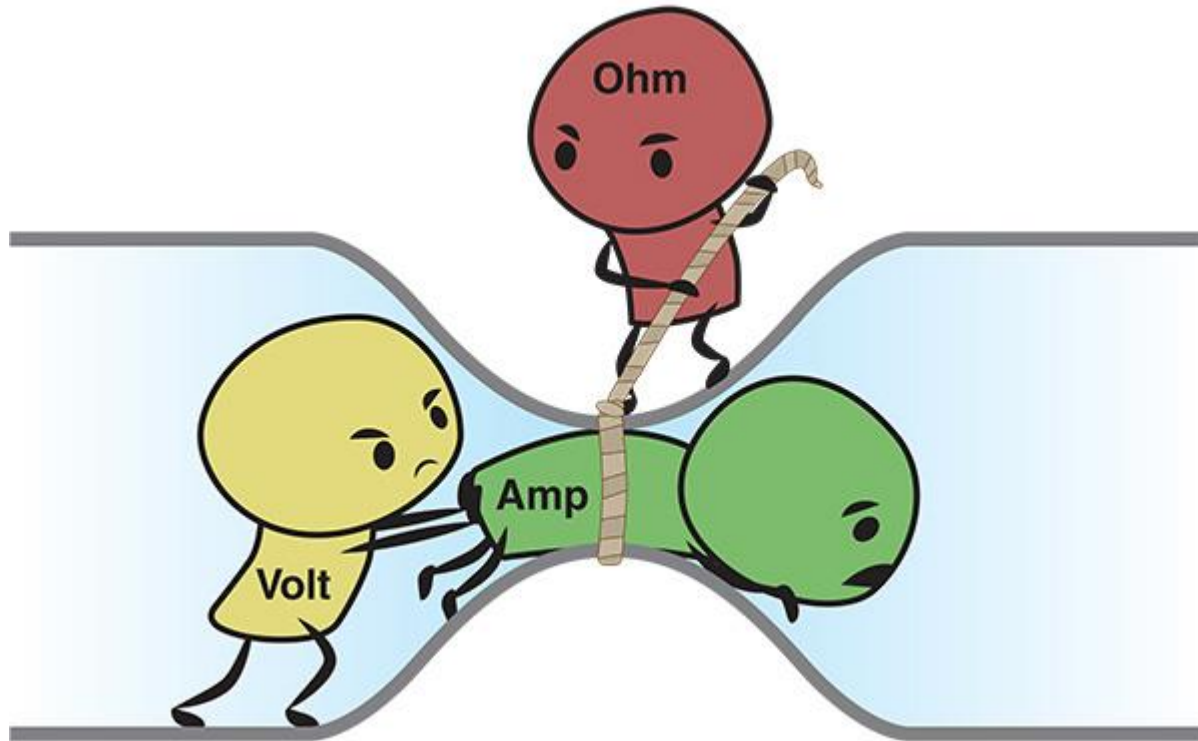
$$U = R.I$$



Ohmův zákon

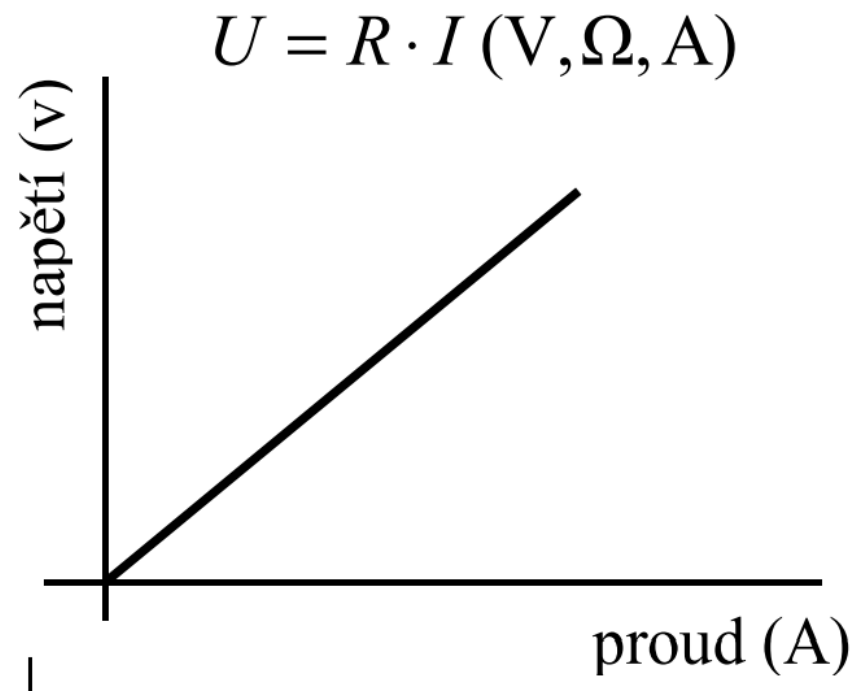
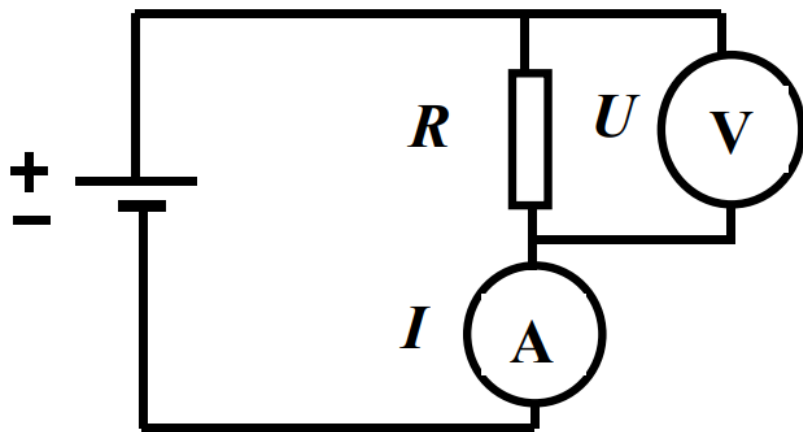
- Elektrické napětí mezi konci vodiče je přímo úměrné elektrickému proudu, který vodičem prochází

Ohmův zákon



Ohmův zákon

Měřený obvod



Elektrický odpor, vodivost

Odpor = rezistence

R

Je různý pro různé materiály

Jednotkou je 1 Ohm [Ω]

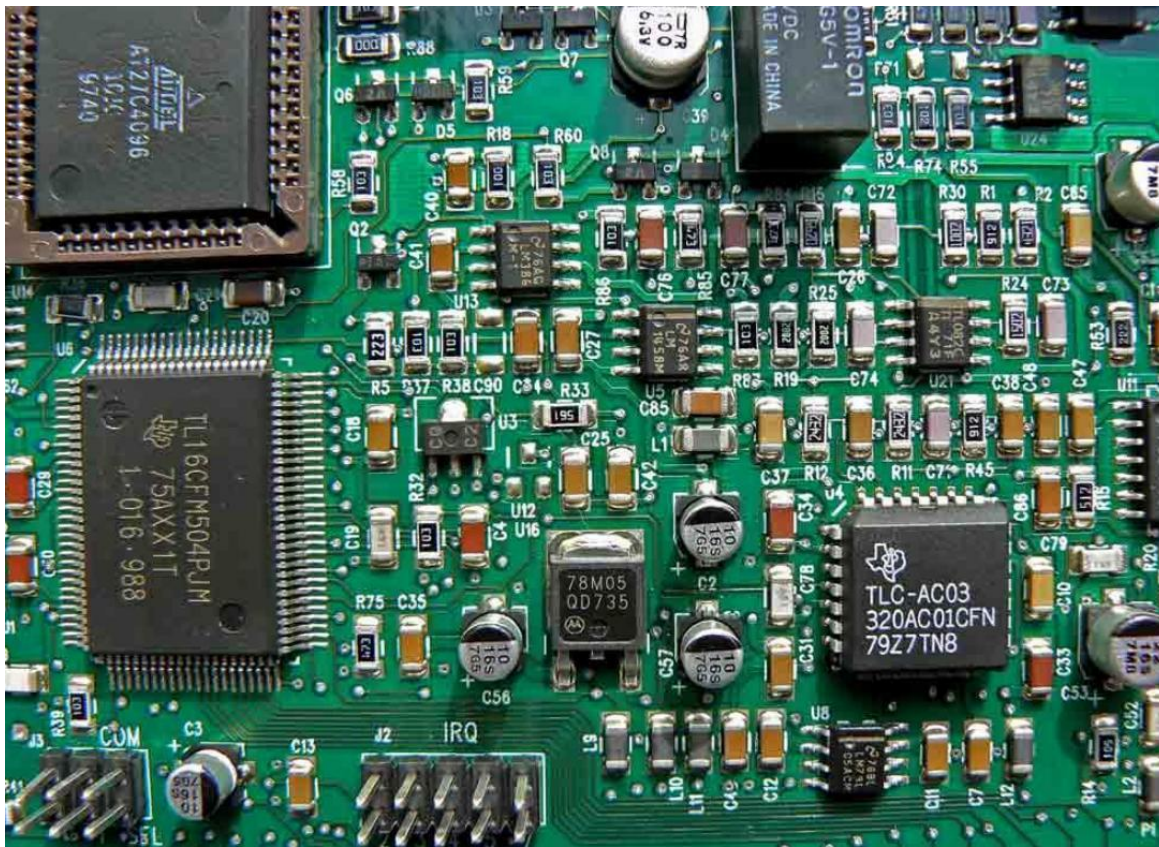
Převrácená hodnota je elektrická vodivost

G

Jednotkou je 1 Siemens [S]

$$G = 1/R$$

Rezistor



Ne všechny vodiče se chovají podle Ohmova zákona, ty, které ano, se nazývají **lineární**, ostatní **nelineární**

Závislost elektrického odporu na rozměrech vodiče

$$R = \rho \cdot L / S$$

L – délka [m]

S – průřez [m²]

P - měrný elektrický odpor (rezistivita)
[Ωm]

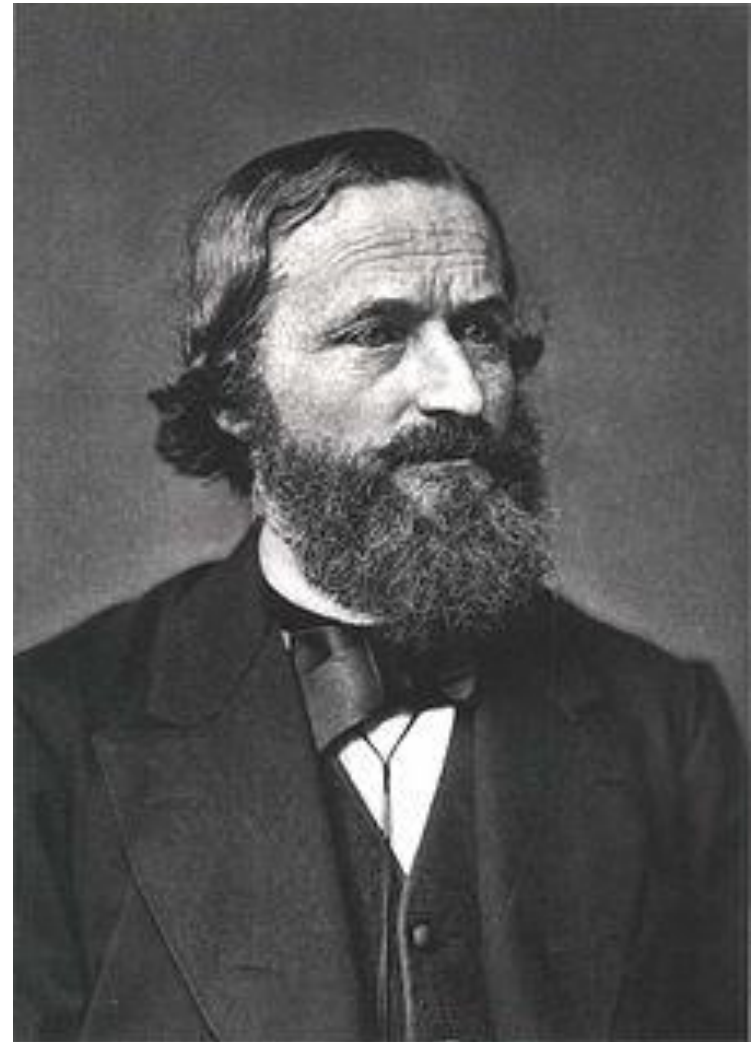
– viz tabulky pro různé materiály

Elektrický odpor je závislý na teplotě

- Pro kovy s teplotou přibližně lineárně roste
- Pro polovodiče klesá

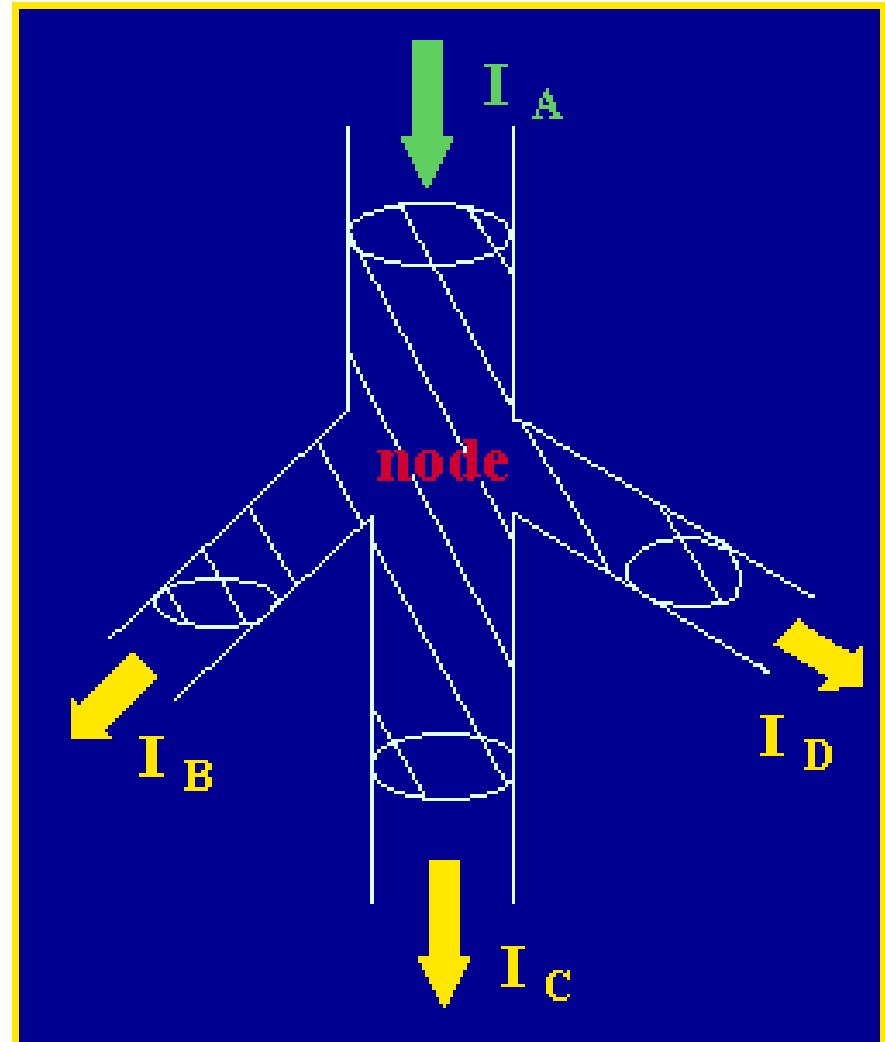
Kirchhoffovy zákony

- Gustav Kirchhof
- (1824-1887)
- Dva základní zákony



1. Kirchhoffův zákon

- Součet proudů v uzlu se rovná nule

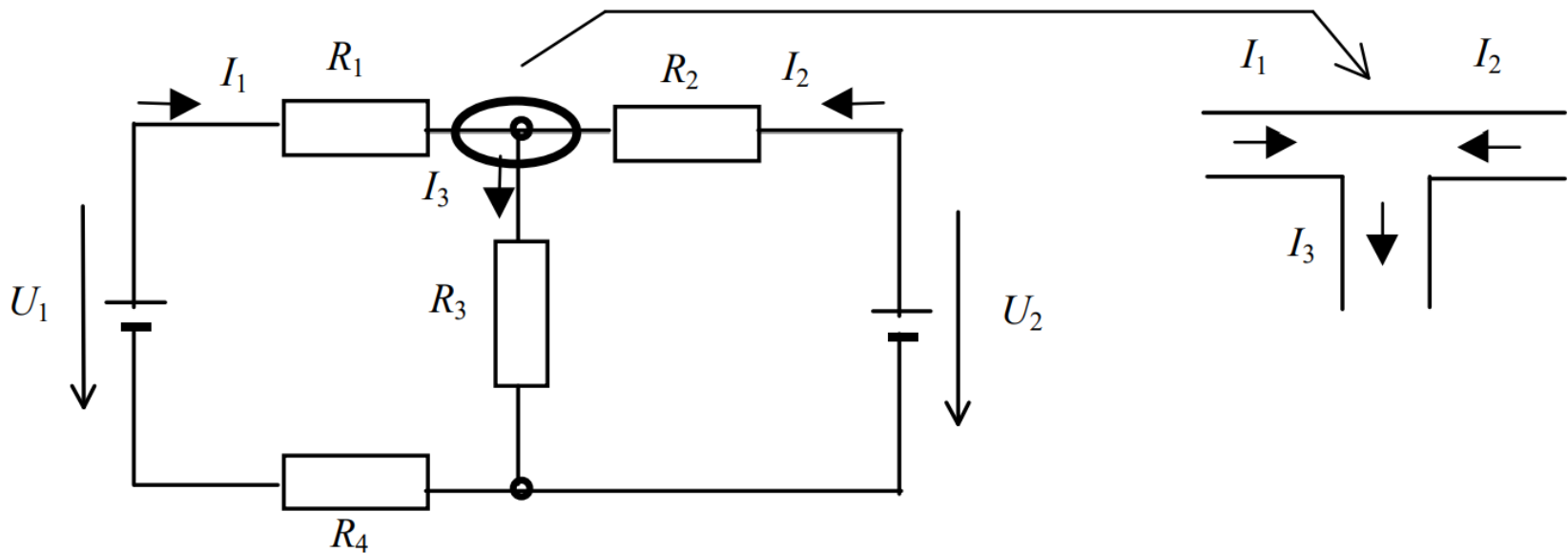


*Jednoduše řečeno – co do
uzlu přiteče, to také odteče*

1. Kirchhoffův zákon

- Součet proudů v uzlu se rovná nule

$$I_1 + I_2 - I_3 = 0 \rightarrow \sum I = 0$$

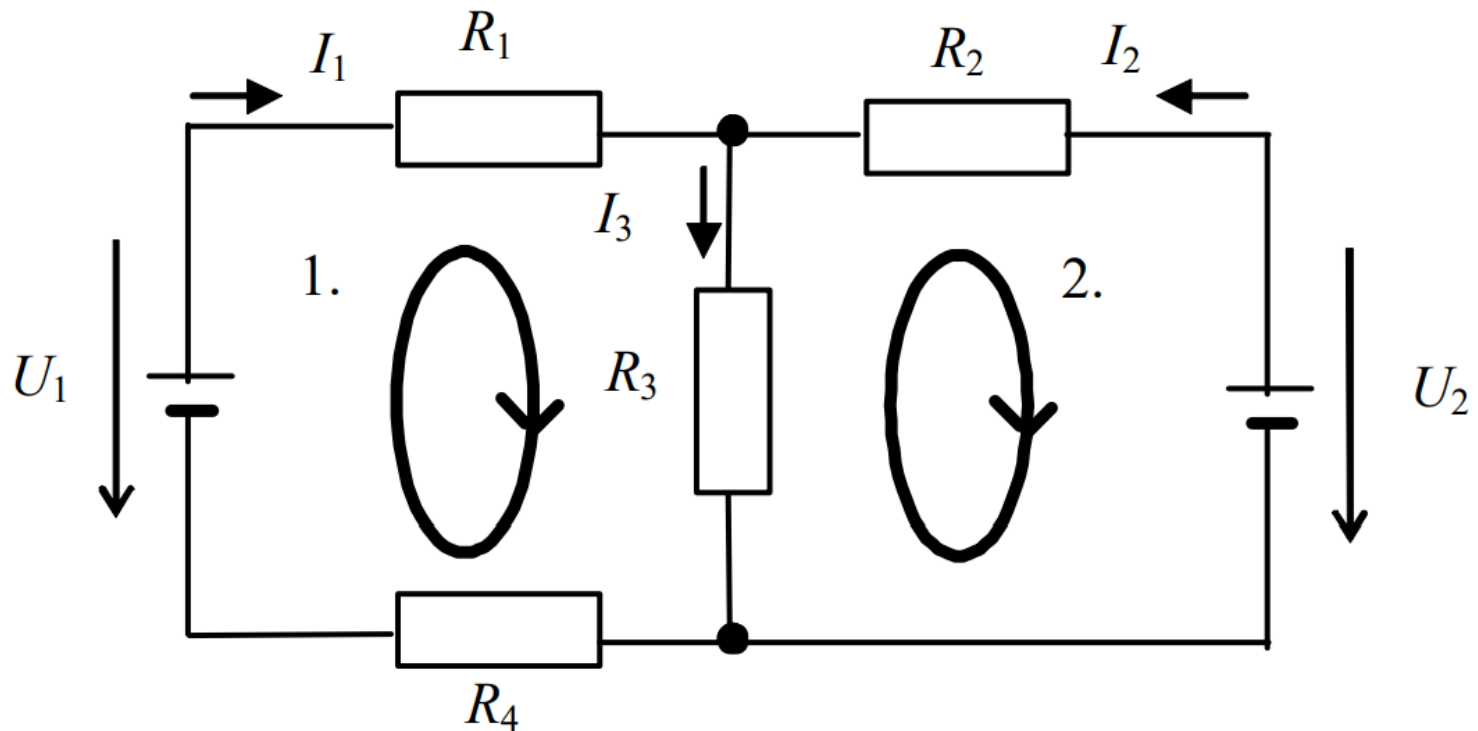


2. Kirchhoffův zákon

- Součet napětí na rezistorech v uzavřené smyčce je roven součtu napětí zdrojů v této smyčce

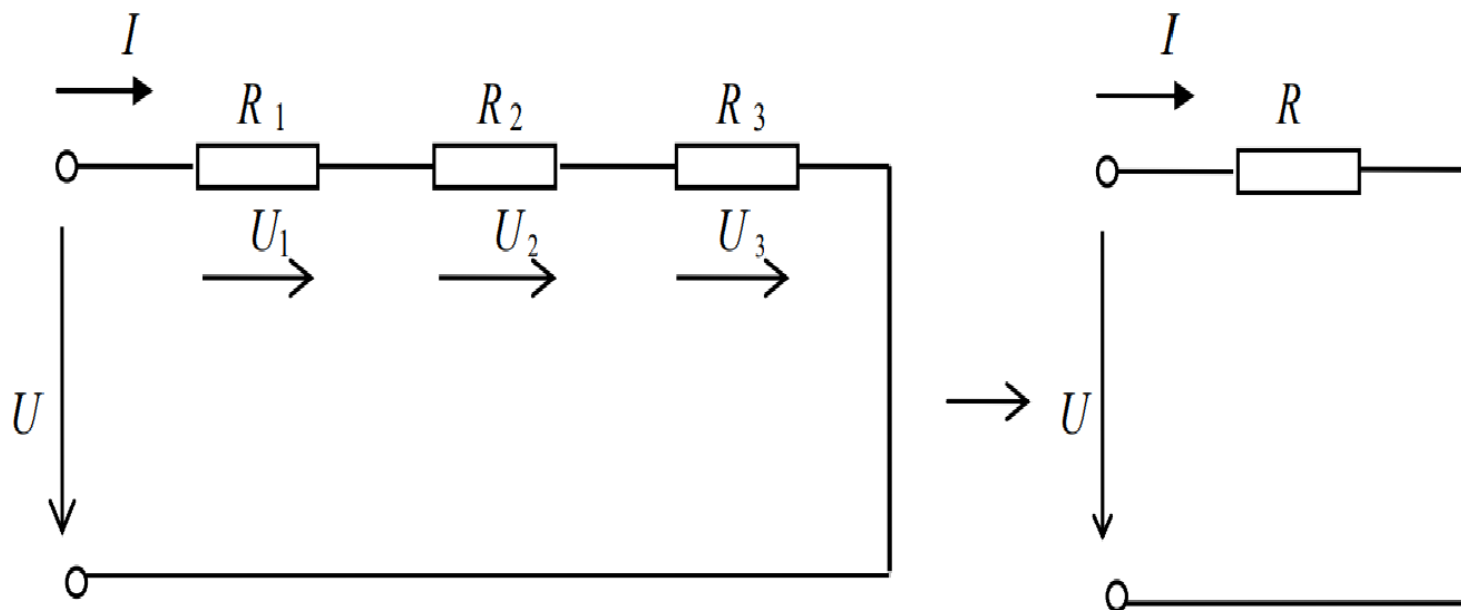
2. Kirchhoffův zákon

$$\sum U = 0$$



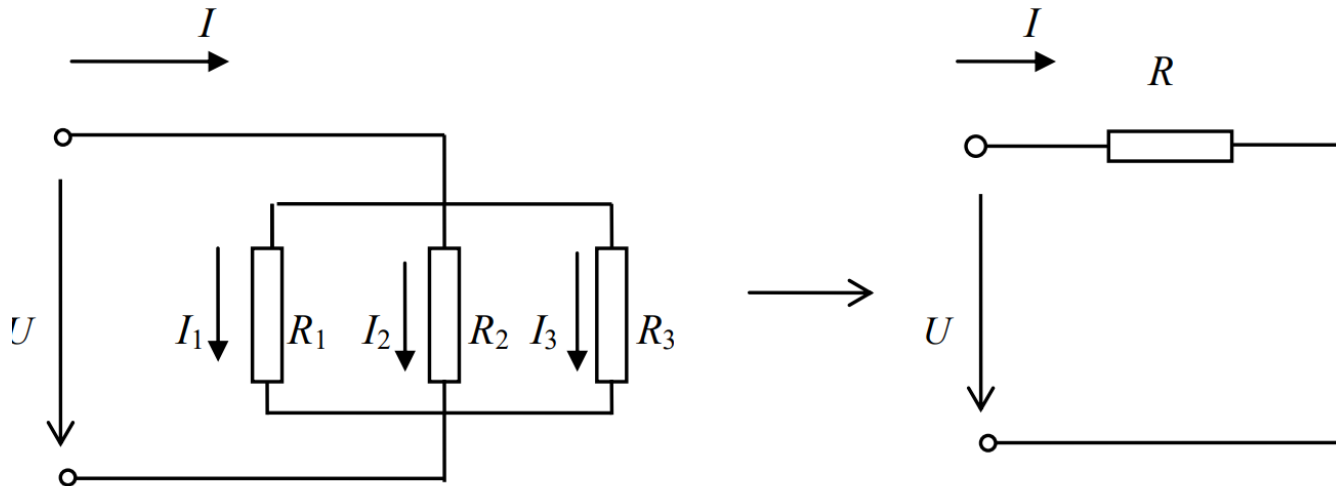
Sériové x paralelní zapojení rezistor

- Sériové



Sériové x paralelní zapojení rezistor

- Paralelní

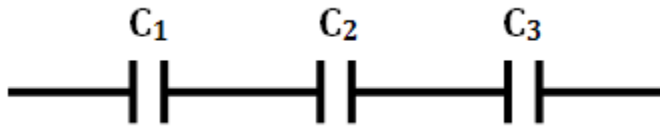


$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$\frac{1}{R} = \sum_{x=1}^n \frac{1}{R_x}$$

Sériové x paralelní zapojení kondenzátor

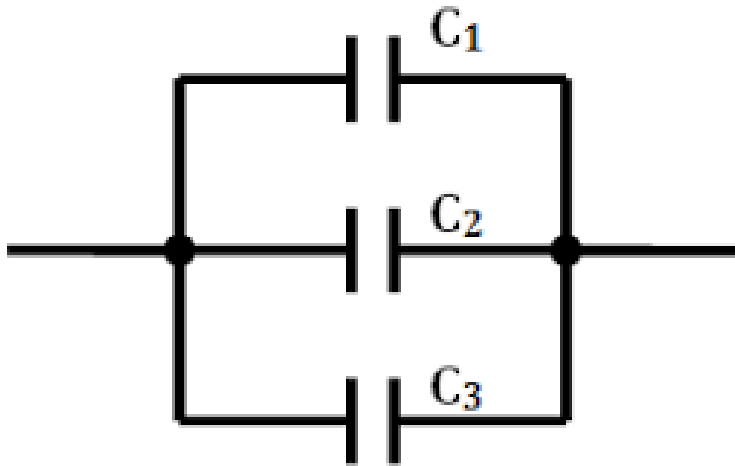
- Sériové



$$1/C = 1/C_1 + 1/C_2 + 1/C_3$$

Sériové x paralelní zapojení kondenzátor

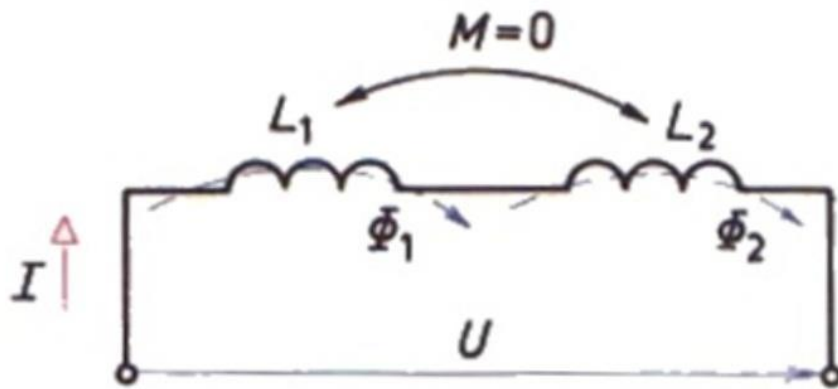
- Paralelní



$$C = C_1 + C_2 + C_3$$

Sériové x paralelní zapojení indukčnost

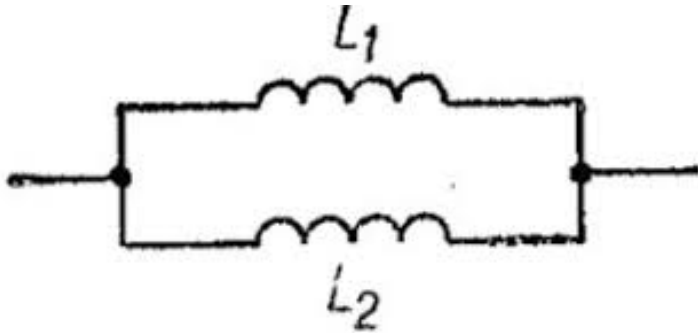
- Sériové



$$L = L_1 + L_2$$

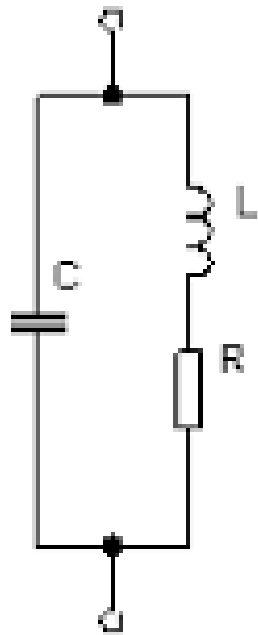
Sériové x paralelní zapojení indukčnost

- Paralelní

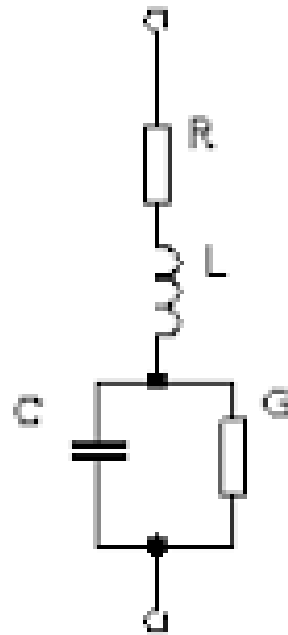


$$1/L = 1/L_1 + 1/L_2$$

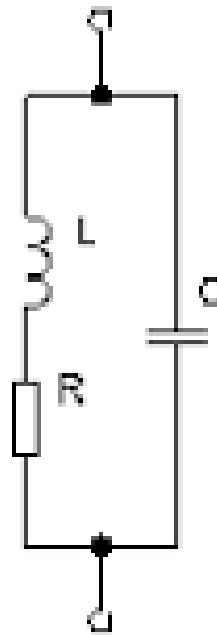
V praxi je to ovšem složitější



rezistor



kondenzátor



indukčnost

U elektroniky integrované do oděvu je situace podstatně komplikovanější než u běžné elektroniky, obvody musejí být :

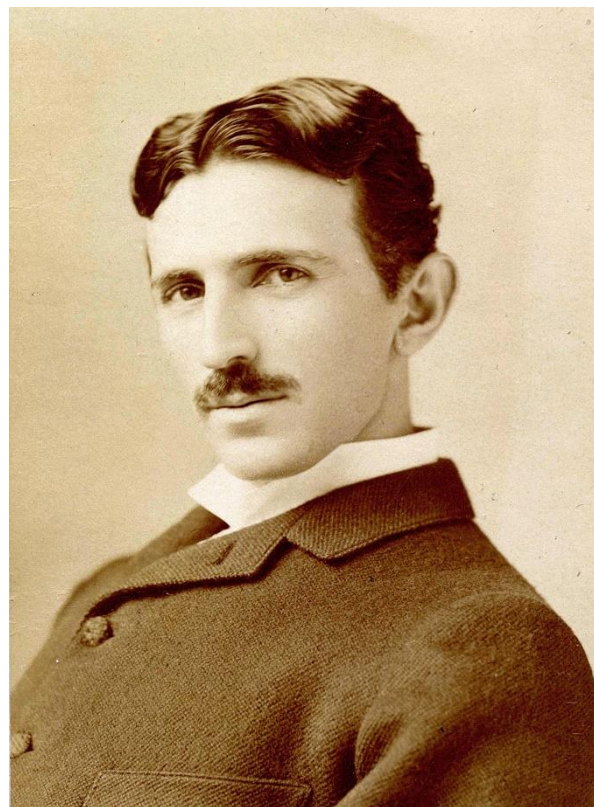
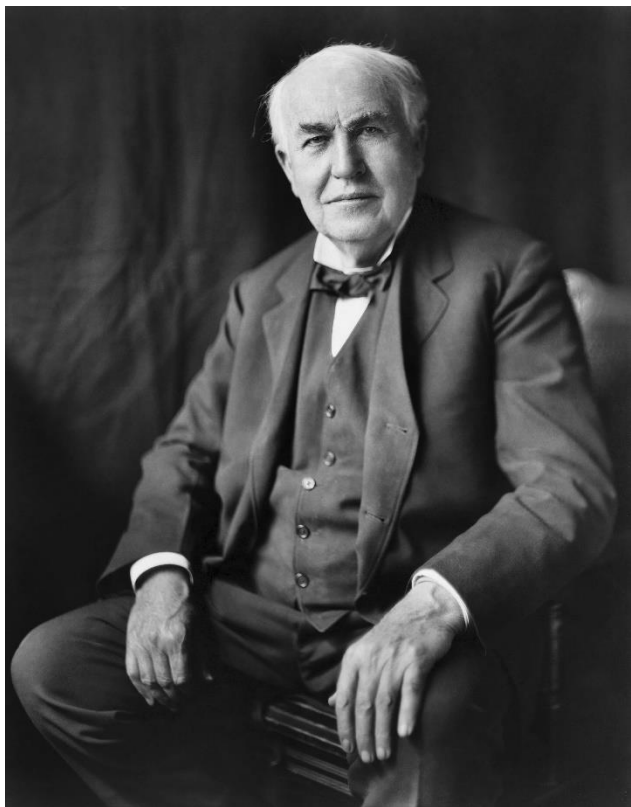
- ohebné
- odolné vůči změnám teploty
- vlhkosti
- dobře vodivé
- často odolné vůči údržbě (praní, čištění)
- občas realizované z neobvyklých materiálů

Výkon, práce

- Výkon je práce za čas
- Výkon - jednotka Watt [W]
- Pro elektřinu $P = U \cdot I$

- Práce - jednotka Joule [J, Ws]
- Výkon krát čas
- Pro elektřinu $W = U \cdot I \cdot t$

Proud střídavý nebo stejnosměrný?

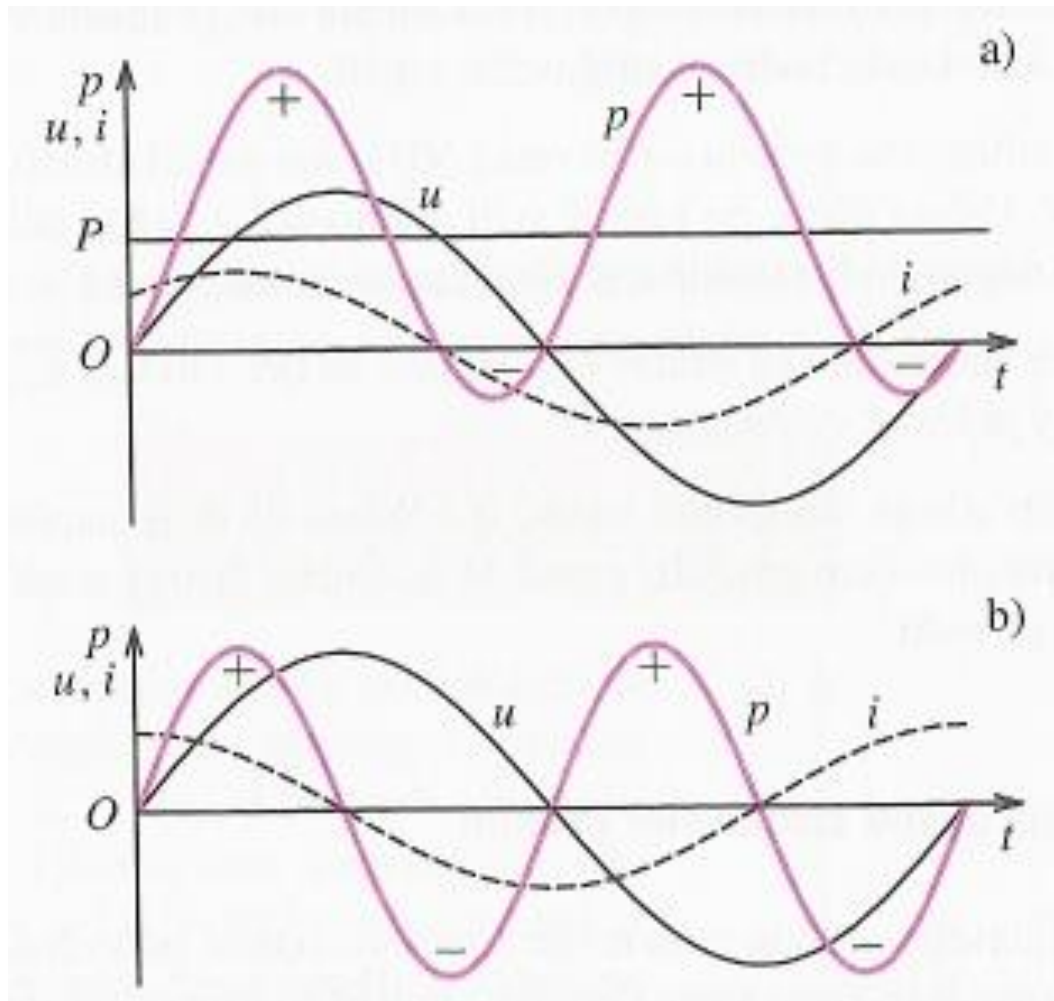


obr.: cs.wikipedia.org

Proud střídavý nebo stejnosměrný?



Pro střídavý proud je to složitější



Pro střídavý proud je to složitější

- Pro sinusový průběh
- Efektivní hodnoty

$$U_{\text{ef}} = U_{\text{m}}/1.41$$

$$I_{\text{ef}} = I_{\text{m}}/1.41$$

- Ale také účinník $\cos\Phi$
- Kde Φ je fázový posuv
- Činný výkon (příkon) $P = U_{\text{ef}} \cdot I_{\text{ef}} \cdot \cos\Phi$

Konec