

Obsah

Obsah.....	1
2_Elektromagnetické jevy.....	2
3_Elektromagnet.....	3
4_Působení stejnorodého mag. pole na cívku s proudem	4
5_Stejnoseměrný elektromotor.....	4
6_Elektromagnetická indukce.....	5
7_Generátory	6
8_ČASOVÝ PRŮBĚH STŘÍDAVÉHO PROUDU	7
9_PL: STŘÍDAVÝ PROUD – graf závislosti proudu na čase	8
10_Transformátor	10
11_PL: TRANSFORMÁTOR - příklady	11
12_Transformátor – př.	13
13_Přenosová síť	14
14_Vedení elektrického proudu v kapalinách	14
15_Vedení el. proudu v plynech	14
16_Vedení elektrického proudu v polovodičích	15
17_Polovodiče	15
18_Polovodičová dioda.....	16
19_Užití diody - v usměrňovačích střídavého proudu.....	17
20_VA charakteristika diody	18
21_Další součástky s jedním PN přechodem	18
22_Bezpečné zacházení s elektrickými zařízeními	19
23_Ochrana před úrazem elektrickým proudem	19
24_První pomoc při úrazu elektrickým proudem	20

2_Elektromagnetické jevy

Magnetické pole je v okolí:

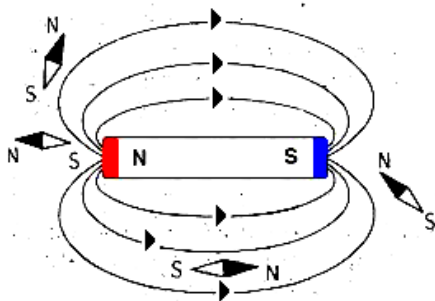
- magnetu
- zmagetizovaného tělesa
- Země
- vodiče s proudem (cívky)

magnetizace - jev, kdy se z tělesa z feromagnetické látky stává po vložení do magnetického pole trvalý nebo dočasný magnet

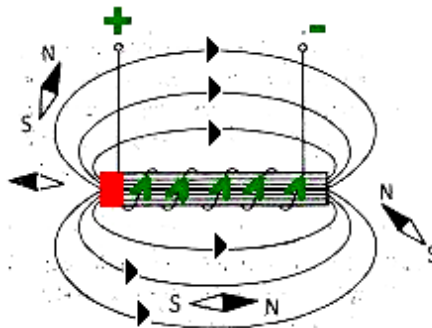
magnetické indukční čáry

myšlené prostorové uzavřené čáry zobrazující silové působení mag. pole
směr: od severního (N) k jižnímu (S) pólu (vně, uvnitř je opačný)

a) okolo magnetu



b) okolo cívky s proudem



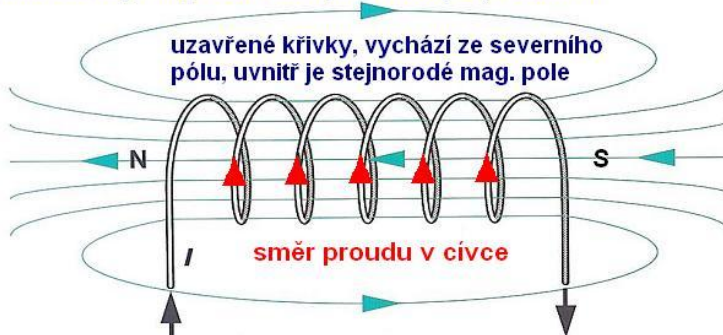
Cívka se chová jako magnet, jen prochází-li jí elektrický proud.

Umístění mag. pólů cívky s proudem závisí na směru elektrického

proudu.

Severní pól cívky s proudem určíme podle **pravidla pravé ruky**.

Indukční čáry magnetického pole cívky s proudem



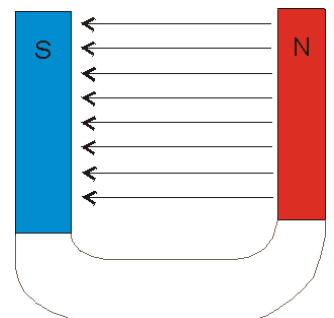
Pravidlo pravé ruky



Cívku uchopíme pravou rukou tak, aby prsty ukazovaly směr el. proudu. Potom palec ukazuje severní pól cívky.

stejnorodé magnetické pole

@ znázorňujeme ho pomocí
přímých, rovnoběžných, stejně vzdálených mag. ind. čar



3_Elektromagnet

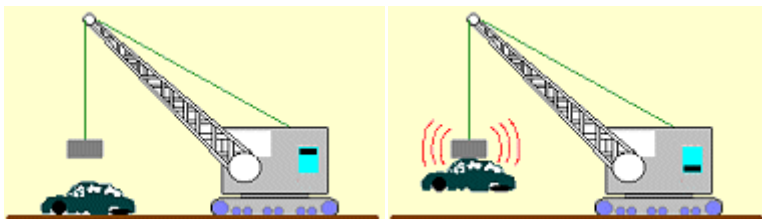
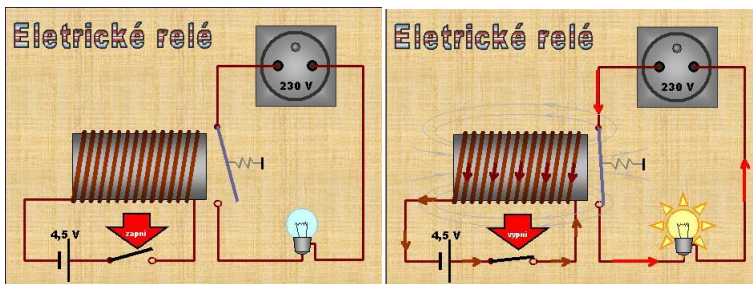
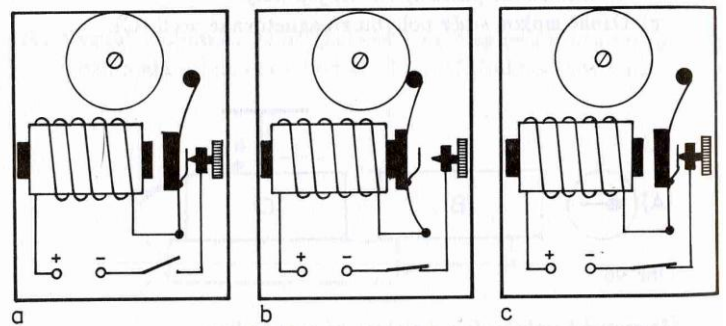
- cívka s jádrem z magneticky měkké oceli
- zasunutím jádra do cívky s proudem zesílí její magnetické účinky.

Výhody elektromagnetu proti trvalému magnetu:

- mag. účinky lze **regulovat** (podle velikosti procházejícího proudu a počtu závitů cívky)
- lze **zaměnit** severní a jižní pól cívky (změnou směru proudu)
- **zrušit** mag. účinky (odpojením od zdroje napětí, přestane procházet proud)

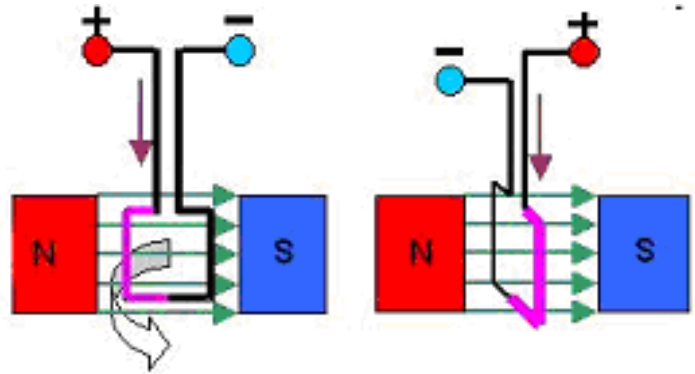
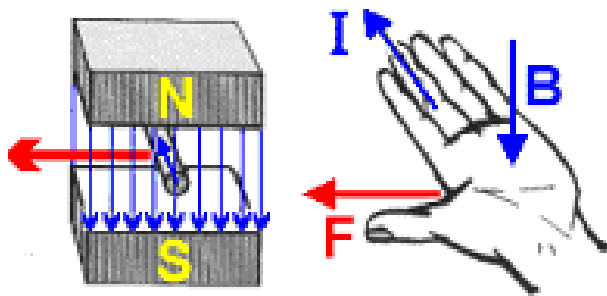
Praktické využití elektromagnetů

- elektrický zvonek
- jističe
- elektrické relé
- reproduktory
- mag. záznam zvuku
- elektromag. jeřáb



4_Působení stejnorodého mag. pole na cívku s proudem

Pravidlo levé ruky



Závit (cívka), kterým prochází el. proud, se v magnetickém poli ustálí tak, že **severní mag. pól cívky se natočí k jižnímu mag. pólu magnetu.**

nebo : Cívka s el. proudem se ustálí vždy tak, že **indukční čáry mag. pole uvnitř cívky mají stejný směr jako ind. čáry vnějšího mag. pole.**

Při změně směru proudu v cívce se cívka natočí v opačném směru.

Užití: stejnosměrný elektromotor

magnetoelektrické přístroje :

slouží k měření stejnosměrného el. proudu, popř. el. napětí

5_Stejnosměrný elektromotor

- **stroj, kde se** elektrická energie přeměňuje na pohybovou energii

komutátor

zařízení sloužící ke změně směru proudu (otočení rotoru o 360°)

stator

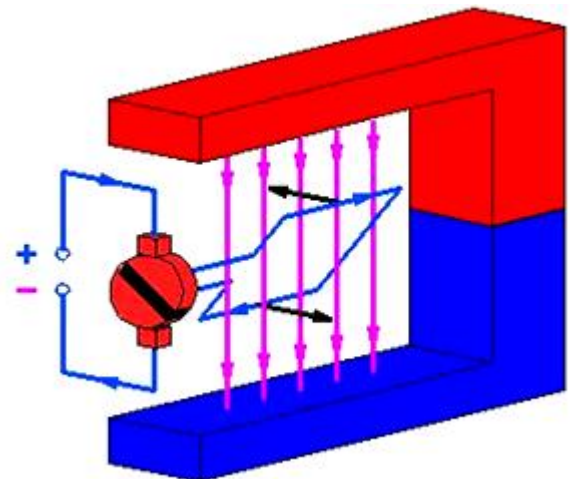
nepohyblivá část motoru

rotor – pohyblivá část motoru
otáčí se pokud:

- ⊙ cívkou prochází el. proud a současně
- ⊙ je cívka v magnetickém poli

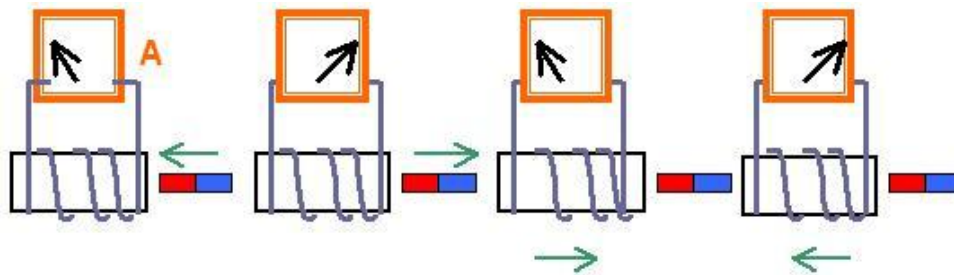
Změnit směr otáčení rotoru lze:

- ⊙ přepólováním zdroje napětí
- ⊙ otočením magnetu



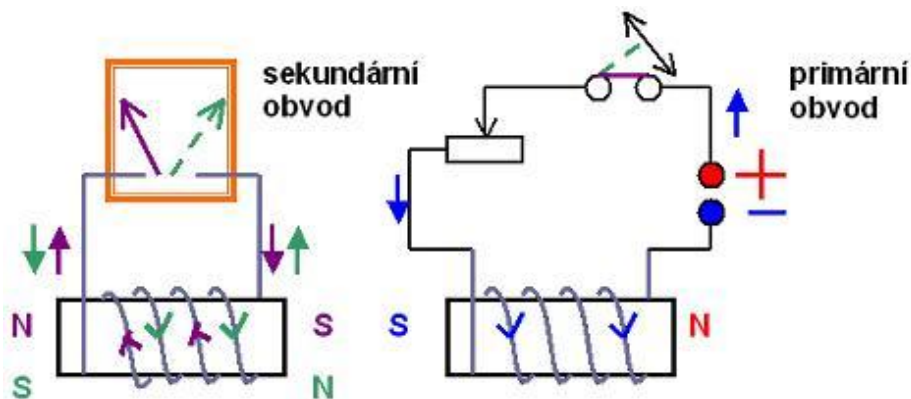
6_ Elektromagnetická indukce

Uzavřeným obvodem, který je v **proměnlivém mag. poli**, prochází **indukovaný proud**, i když v obvodu není zapojen zdroj el. napětí. Vznik tohoto proudu nazýváme **elektromagnetickou indukcí**.



Indukovaný el. proud

- velikost proudu závisí na rychlosti změny mag. pole
- směr závisí na zesílení (zeslabení) mag. pole



Sekundárním obvodem prochází el. proud pouze při změně velikosti proudu v primárním obvodu (při vypnutí, sepnutí vypínače, regulaci proudu).

Směr indukovaného proudu závisí na změně mag. pole (MP), která ho vyvolala.

opačný než v primárním obvodu - při sepnutí spínače (**zesilování** MP)

stejný jako v primárním obvodu - při vypnutí spínače (**zeslabování** MP pole)

Magnetické pole indukovaného proudu působí proti změně, která ho vyvolala.

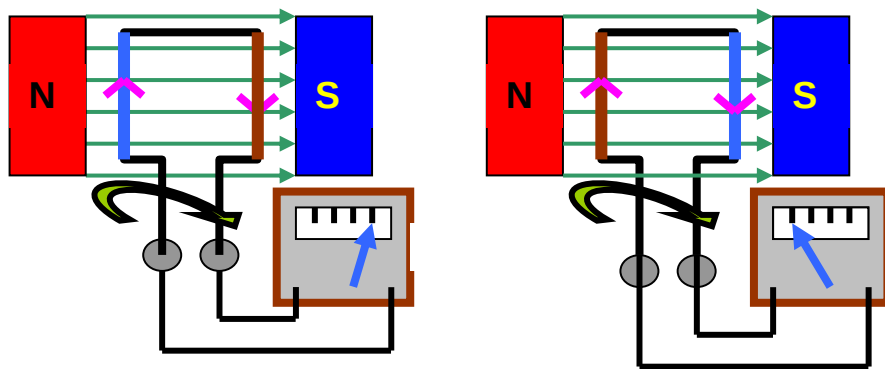
7_Generátory

- střídavého proudu (směr i velikost el. proudu se mění) – **alternátor**
- stejnosměrného proudu (směr el. proudu se nemění) – **dynamo**

Jak vytvořit střídavý proud?

- Otáčením magnetu v blízkosti cívky. V cívce se indukuje proud, který mění svůj směr v obvodu.
- Otáčením cívky mezi nesouhlasnými póly dvou magnetů.

V cívce opět vzniká proud, který mění svůj směr. **Na ampérmetru pozorujeme časově proměnný proud.**



Alternátor – se skládá ze

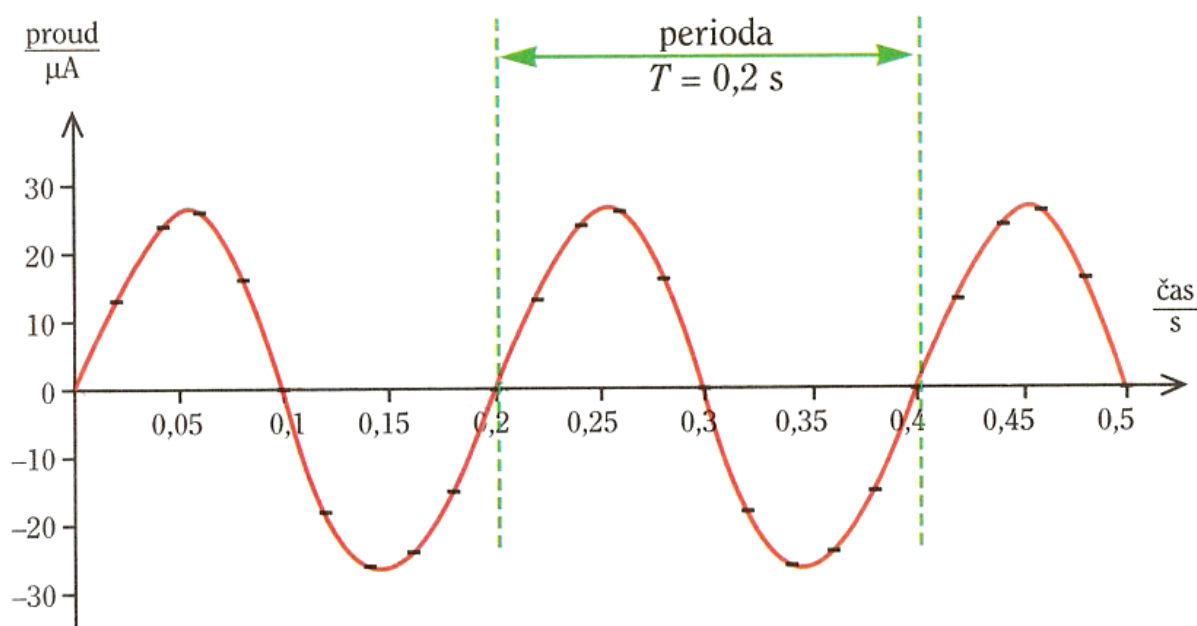
- **statoru**, který je tvořen sudým počtem cívek a
- **rotoru**, který je tvořen elektromagnety, které se otáčí kolem cívek statoru

Přeměňuje pohybovou energii rotoru na elektrickou energii, kterou odebíráme z cívek statoru. Rotorem otáčí turbína, kterou pohání horká pára, proudící voda. (elektrárna, automobil ...)

Dynamo- zdroj stejnoměrného proudu (pohon trolejbusů, tramvají...)

Stř. proud je v praxi mnohem používanější než stejnosměrný proud (nižší náklady na výrobu, jednodušší tech. vybavení,...)

8_ČASOVÝ PRŮBĚH STŘÍDAVÉHO PROUDU



I_m max. hodnota (amplituda) proudu

T perioda střídavého proudu [s] – doba, za kterou má proud opět stejný směr a velikost

$$T = \frac{1}{f} \quad f = \frac{1}{T}$$

f frekvence střídavého proudu [Hz] – počet period za 1s (v síti 50 Hz)

$I_{ef} (U_{ef})$ - efektivní hodnota střídavého proudu (napětí)

hodnota proudu (napětí), odpovídající velikosti stejnosměrného proudu (napětí), při stejném el. příkonu spotřebiče.

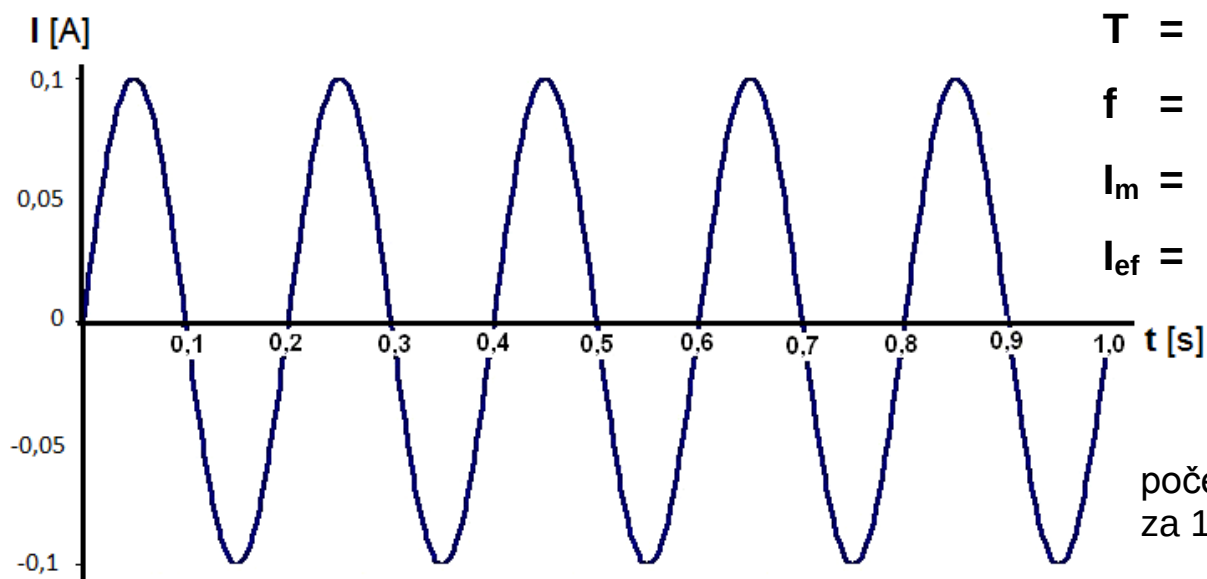
$$I_{ef} = 0,7 \cdot I_m$$

$$U_{ef} = 0,7 \cdot U_m$$

K měření efektivní hodnoty proudu a napětí používáme přístroje označené



1) Urči periodu, frekvenci, amplitudu a efektivní hodnotu stř. proudu



$$T = 0,2 \text{ s}$$

$$f = 5 \text{ Hz}$$

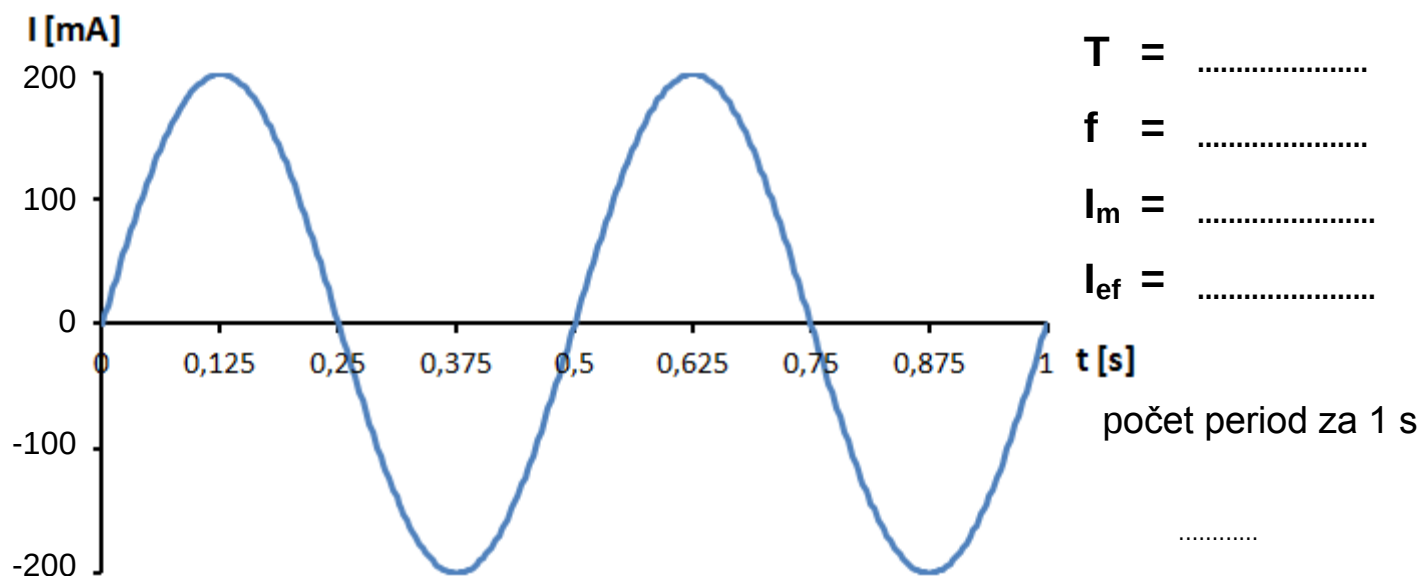
$$I_m = 0,1 \text{ A}$$

$$I_{ef} = 0,07 \text{ A}$$

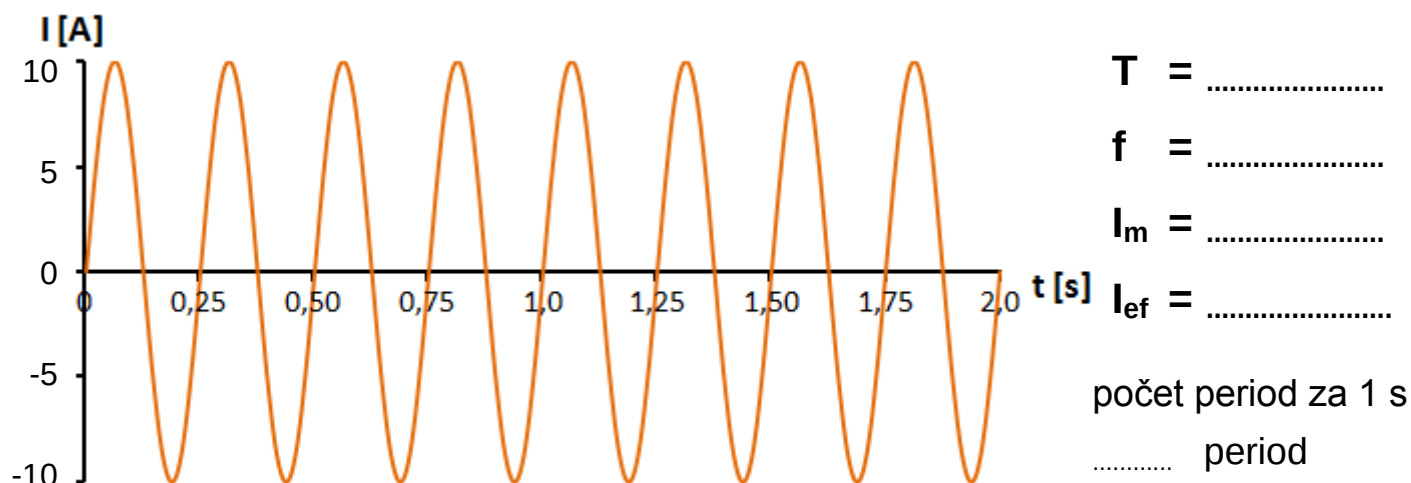
počet period
za 1 s .. 5 period

9_PL: STŘÍDAVÝ PROUD – graf závislosti proudu na čase

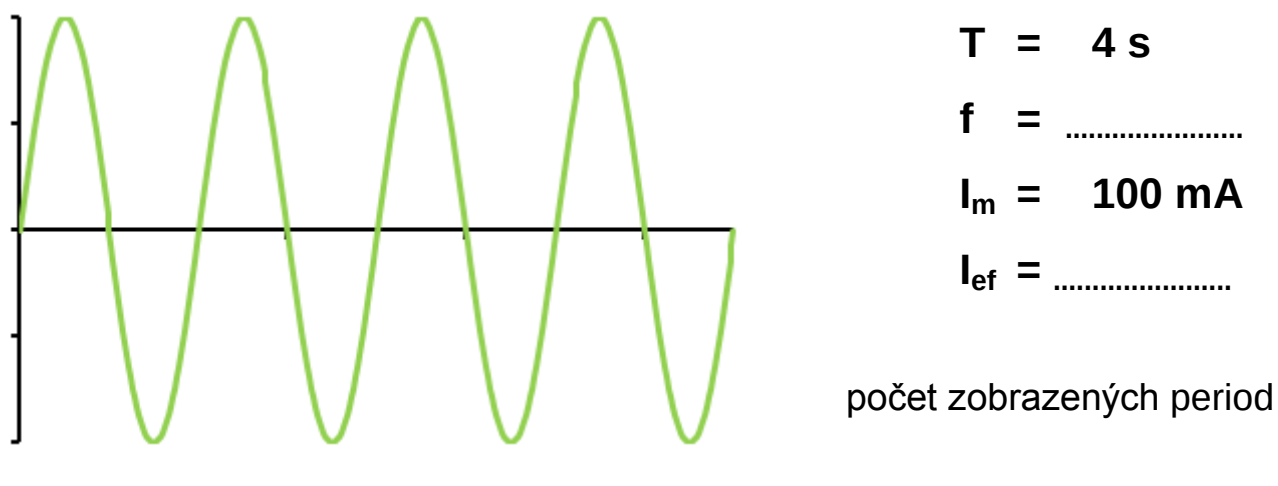
2) Urči periodu, frekvenci, amplitudu a efektivní hodnotu stř. proudu



3) Urči periodu, frekvenci, amplitudu a efektivní hodnotu stř. proudu

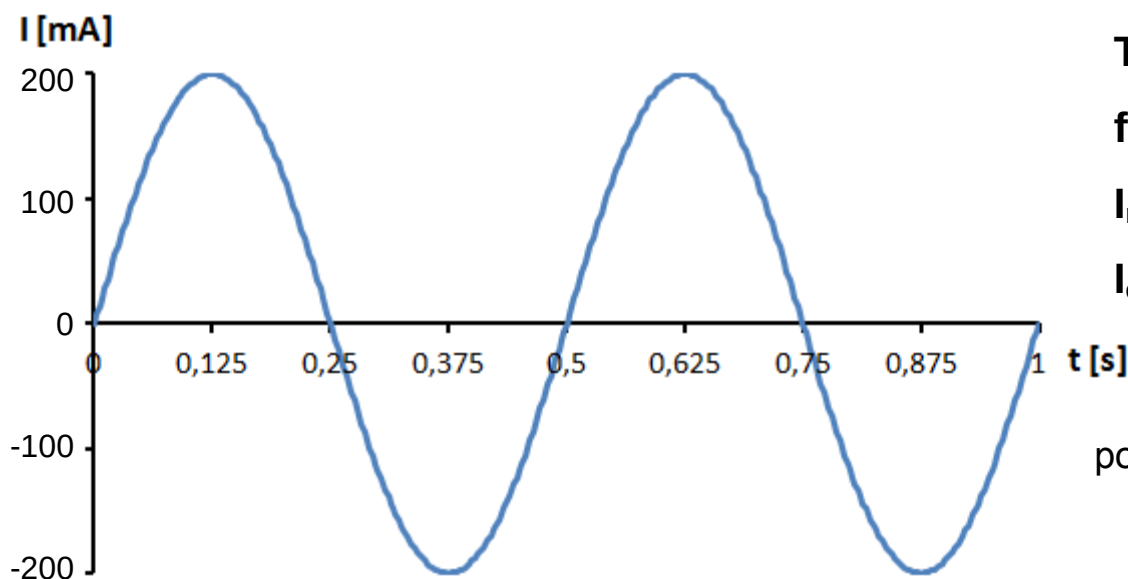


4) Označ a popiš hodnoty os, urči frekvenci a efektivní hodnotu proudu, počet zobrazených period



PL: **STŘÍDAVÝ PROUD – řešení** - graf závislosti proudu na čase

2) Urči periodu, frekvenci, amplitudu a efektivní hodnotu stř. proudu



$$T = 0,5 \text{ s}$$

$$f = 2 \text{ Hz}$$

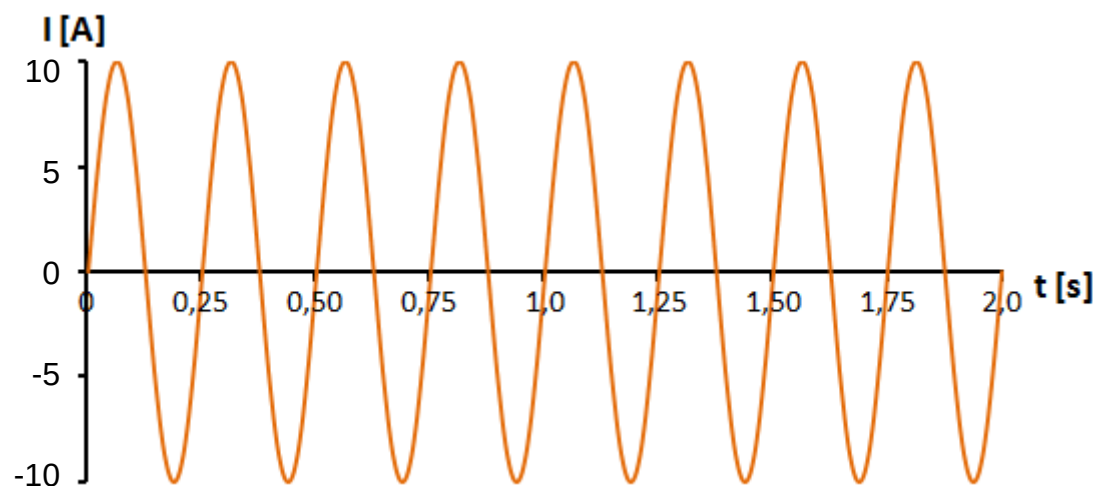
$$I_m = 200 \text{ mA}$$

$$I_{ef} = 140 \text{ mA}$$

počet period za 1 s

2

3) Urči periodu, frekvenci, amplitudu a efektivní hodnotu stř. proudu



$$T = 0,25 \text{ s}$$

$$f = 4 \text{ Hz}$$

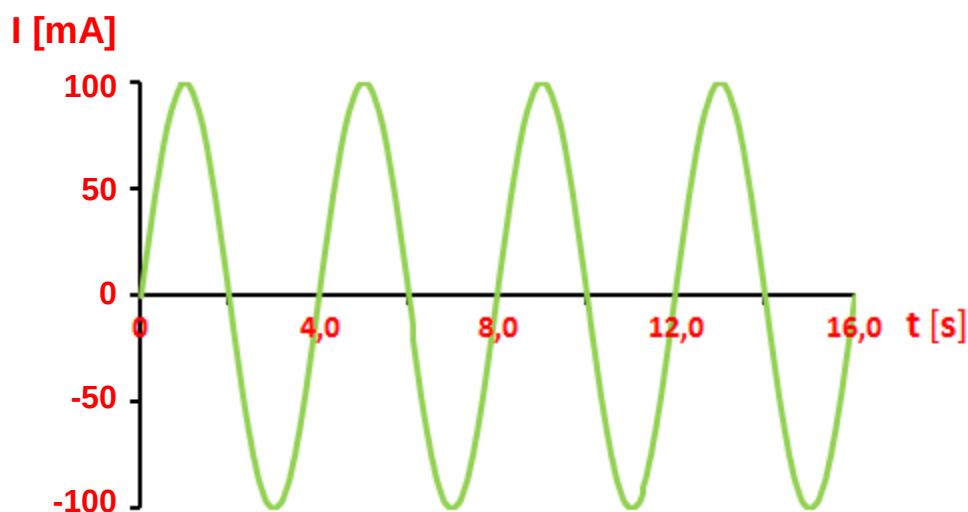
$$I_m = 10 \text{ A}$$

$$I_{ef} = 7 \text{ A}$$

počet period za 1 s

4

4) Označ a popiš hodnoty os, urči frekvenci a efektivní hodnotu proudu, počet zobrazených period



$$T = 4 \text{ s}$$

$$f = 0,25 \text{ Hz}$$

$$I_m = 100 \text{ mA}$$

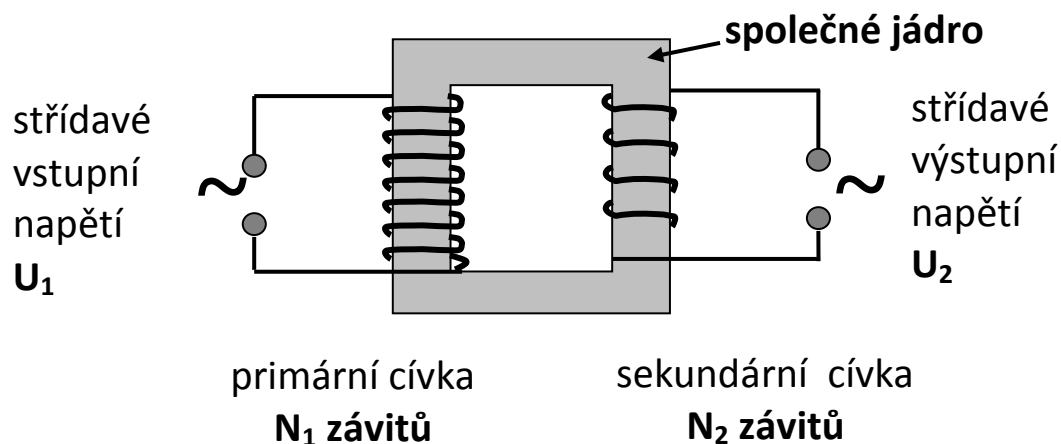
$$I_{ef} = 70 \text{ mA}$$

počet zobrazených period

4

10_Transformátor

- zařízení na transformování (změnu) el. proudu, napětí



střídavý proud prochází **primární cívkou**; vytváří v jádře transformátoru mag. pole, které se periodicky zesiluje a zeslabuje, **v sekundární cívce se indukuje střídavý proud** (napětí), které má stejnou frekvenci, jako je frekvence vstupního napětí.

transformační poměr p:

$$p = \frac{N_2}{N_1} \text{ nebo } p = \frac{U_2}{U_1} = \frac{I_1}{I_2}$$

je-li **$p > 1$** ($N_2 > N_1$ **$U_2 > U_1$**)

transformace nahoru

je-li **$p < 1$** ($N_2 < N_1$ **$U_2 < U_1$**)

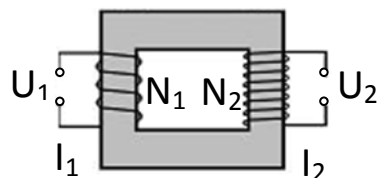
transformace dolů

11_PL: **TRANSFORMÁTOR** - příklady

	N_1	N_2	p	U_1 [V]	U_2 [V]	I_1 [A]	I_2 [A]
1.	800	200	1/4	200	50	0,1	0,4
		4x ↓			4x ↓		4x ↑
	Kolikrát je počet závitů menší, tolikrát menší je výstupní napětí.						
2.	10	50	5	6	30	0,5	0,1
		5x ↑			5x ↑		5x ↓
	Kolikrát se výstupní napětí U_2 zvětší, tolikrát se proud I_2 zmenší.						

1. Doplň do tabulky chybějící hodnoty

$$p = \frac{N_2}{N_1} = \frac{U_2}{U_1} = \frac{I_1}{I_2}$$

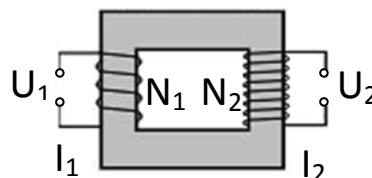


	N_1	N_2	p	U_1 [V]	U_2 [V]	I_1 [A]	I_2 [A]
a)	10	60		2		0,6	
b)	400	800			240	1	
c)	200	600		12			0,01
d)	1000	200		20		1	
e)	40	10			3		0,4
f)	100	50		200		0,1	

	N_1	N_2	p	U_1 [V]	U_2 [V]	I_1 [A]	I_2 [A]
1.	800	200	1/4	200	50	0,1	0,4
		4x ↓			4x ↓		4x ↑
	Kolikrát je počet závitů menší, tolikrát menší je výstupní napětí.						
2.	10	50	5	6	30	0,5	0,1
		5x ↑			5x ↑		5x ↓
	Kolikrát se výstupní napětí U_2 zvětší, tolikrát se proud I_2 zmenší.						

1. Doplně do tabulky chybějící hodnoty

$$p = \frac{N_2}{N_1} = \frac{U_2}{U_1} = \frac{I_1}{I_2}$$

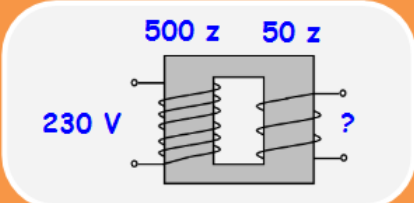


	N_1	N_2	p	U_1 [V]	U_2 [V]	I_1 [A]	I_2 [A]
a)	10	60	6	2	12	0,6	0,1
		6x ↑	60/10		6x ↑		6x ↓
b)	400	800	2	120	240	1	0,5
		2x ↑	800/400	2x ↓	2x ↑		2x ↓
c)	200	600	3	12	36	0,03	0,01
		3x ↑	600/200		3x ↑	3x ↑	3x ↓
d)	1000	200	0,2 = 1/5	20	4	1	5
		5x ↓	200/1000		5x ↓		5x ↑
e)	40	10	0,25 = 1/4	12	3	0,1	0,4
		4x ↓	10/40	4x ↑	4x ↓	4x ↓	4x ↑
f)	100	50	0,5 = 1/2	200	100	0,1	0,2
		2x ↓	50/100		2x ↓		2x ↑

12_Transformátor – př.

1. Primární cívka transformátoru má 500 závitů a sekundární 50 závitů. Jaké bude výstupní napětí, je-li vstupní napětí 230 voltů.

$$\begin{aligned} N_1 &= 500 \text{ z} \\ N_2 &= 50 \text{ z} \\ U_1 &= 230 \text{ V} \\ U_2 &= ? \text{ [V]} \end{aligned}$$



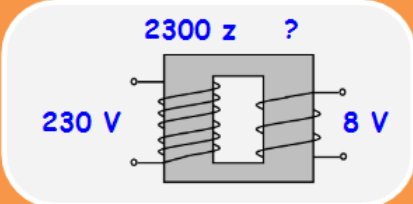
$$U_2 = \frac{N_2}{N_1} \cdot U_1 = \frac{50}{500} \cdot 230 = 23 \text{ V}$$

Výstupní napětí transformátoru je 23 V.

Sekundární cívka má 10x méně závitů, výstupní napětí bude 10x menší.

2. Zvonkovým transformátorem se má snížit napětí 230 V ze spotřebitelské sítě na 8 V. Primární cívka má 2300 závitů. Kolik závitů má sekundární cívka?

$$\begin{aligned} U_1 &= 230 \text{ V} \\ U_2 &= 8 \text{ V} \\ N_1 &= 2300 \text{ z} \\ N_2 &= ? \text{ [závitů]} \end{aligned}$$

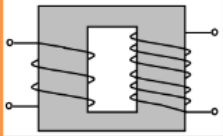


$$N_2 = \frac{U_2}{U_1} \cdot N_1 = \frac{8}{230} \cdot 2300 = 80 \text{ z}$$

Sekundární cívka musí mít 80 závitů.

3. Vypočítej příkon, výkon a účinnost transformátoru, jestliže bylo naměřeno: $U_1 = 250 \text{ V}$, $I_1 = 5 \text{ A}$, $U_2 = 1000 \text{ V}$, $I_2 = 1 \text{ A}$.

$$\begin{aligned} P_0 &= ? \text{ [W]} \\ P &= ? \text{ [W]} \\ \eta &= ? \end{aligned}$$



$$P_0 = U_1 \cdot I_1 = 250 \cdot 5 = 1250 \text{ W}$$

Příkon transformátoru je 1250 W.

$$P = U_2 \cdot I_2 = 1000 \cdot 1 = 1000 \text{ W}$$

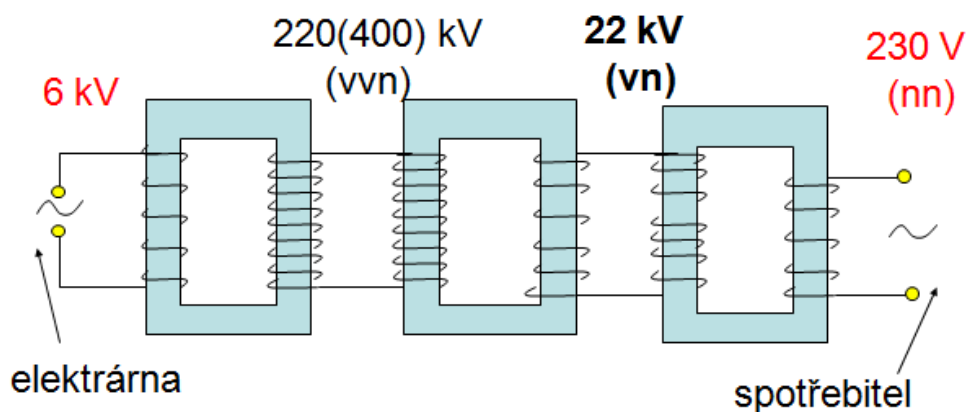
Výkon transformátoru je 1000 W.

$$\eta = \frac{P}{P_0} = \frac{1000}{1250} = 0,8 \text{ tj. } 80\%$$

Transformátor má 80% účinnost.

13_Přenosová síť

Elektrická energie se na velké vzdálenosti přenáší při vysokém napětí a malém proudu
⇒ menší ztráty způsobené zahříváním vedení.



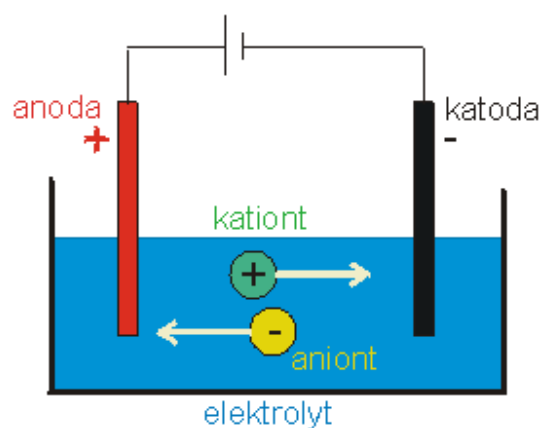
14_Vedení elektrického proudu v kapalinách

Elektrický proud v kapalinách je tvořen usměrněným pohybem iontů (nabité částice).

Elektrolyt je kapalina, která vede elektrický proud (roztoky solí, kyselin, hydroxidů)

Elektrody jsou vodivé desky ponořené do elektrolytu, připojené ke zdroji napětí (kladná elektroda je **anoda**, záporná elektroda je **katoda**).

Kladné ionty (kationty) – ke katodě,
záporné ionty (anionty) – k anodě.

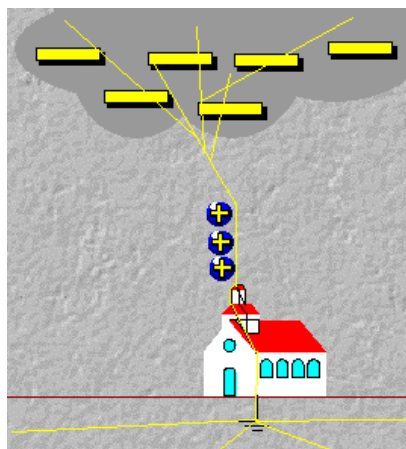


15_Vedení el. proudu v plynech

Elektrický proud v plynech je tvořen usměrněným pohybem iontů a elektronů.

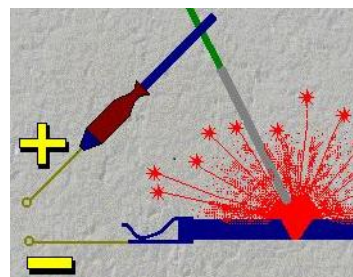
Jiskrový výboj

Jiskrový výboj nastává například tehdy, když jste nabiti (např. si sundáte svetr z umělých materiálů) a dotknete se nějakého uzemněného předmětu.



Obloukový výboj

Tím, že se tyčinky dotknou, jimi začíná procházet proud, místo dotyku tyčinek se značně zahřívá. Ionizuje se vzduch v blízkosti tyčinek a po jejich oddálení mezi nimi i nadále protéká proud - výboj v plynu. Výboj vydává intenzivní světlo, které je nebezpečné pro lidský zrak.



Doutnavý výboj

Různé plyny svítí při doutnavém výboji různou barvou.

16_Vedení elektrického proudu v polovodičích

Podle el. vodivosti dělíme látky na:

- el. **izolanty** (proud jimi neprochází – dřevo, plasty)
- el. **vodiče** (proud jimi prochází – kovy, elektrolyty)
- polovodiče** (např.: Si křemík, Ge germanium)

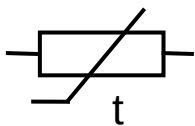
Jak lze změnit el. odpor polovodičů?

a) zahřátím

odpor polovodičů se s rostoucí teplotou **zmenšuje** (u kovů zvětšuje!!!)

tato změna odporu je mnohem větší než u kovů při stejné změně teploty

Užití: **TERMISTOR**

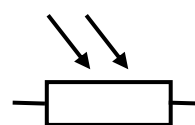


- při zahřátí se zmenší el. odpor a vzroste el. proud
- polovodičová součástka používaná k měření teploty

b) osvětlením

odpor polovodičů se při osvětlení **zmenšuje**.

Užití: **FOTOREZISTOR**

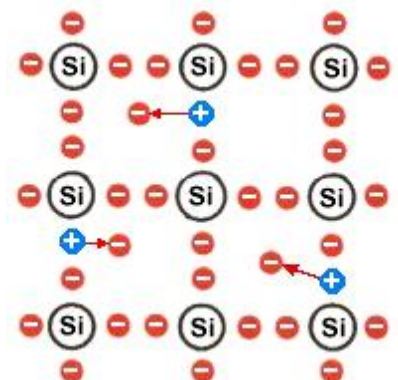


- při osvětlení se zmenší el. odpor a vzroste el. proud
- polovodičová součástka používaná ve fotoaparátech, k počítání předmětů

17_Polovodiče

a) vlastní (monokrystaly Si, Ge)

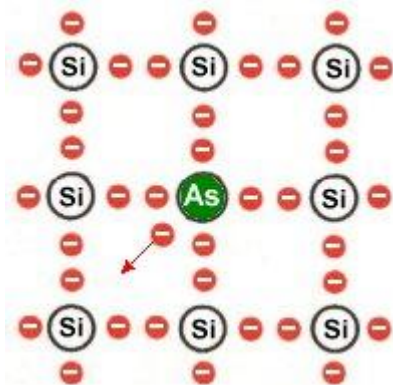
- při nízké teplotě mají velký odpor – izolanty
- při zahřátí se část elektronů uvolní, vzniká volný elektron a na jeho místě díra, která se chová jako částice s kladným nábojem
- počet volných elektronů a děr je stejný



b) **příměsové**

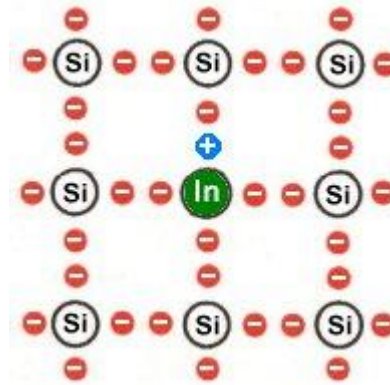
typ N $\ominus > \oplus$

prvek z **V.A** skupiny PSP
např.: As – arsen



typ P $\ominus < \oplus$

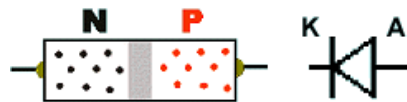
prvek z **III A** skupiny PSP,
např.: In – indium



18_Polovodičová dioda

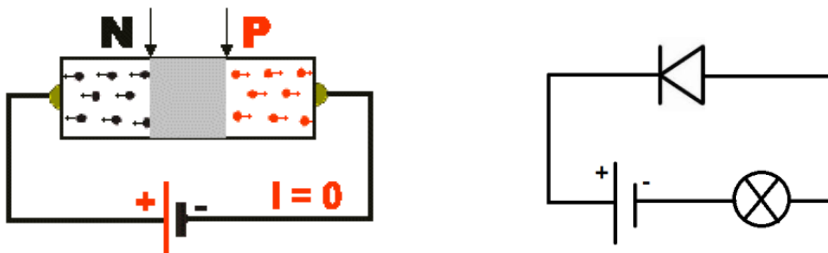
– polovodičová součástka s jedním PN přechodem

Schematická značka:



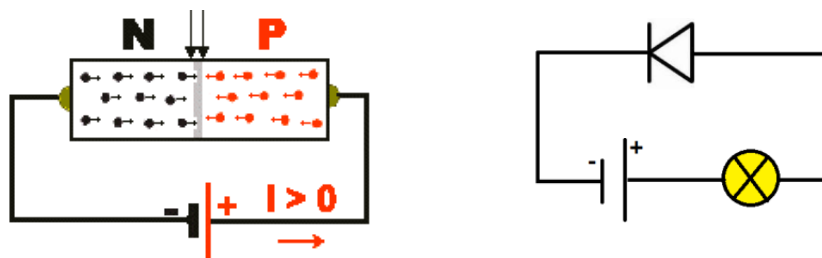
V oblasti styku obou polovodičů se část elektronů z oblasti **N** dostane do oblasti **P** a část "děr" z oblasti **P** přejde do oblasti **N**. Volné elektrony rekombinují s "děrami", takže kolem přechodu **PN** se vytvoří nevodivá oblast bez volných nábojů

Zapojení diody v **závěrném směru** – proud neprochází, žárovka nesvítí



Připojíme-li k polovodiči **P** záporný pól a k polovodiči **N** kladný pól zdroje, vzdalují se působením elektrických sil volné náboje od přechodu **PN**, oblast bez volných nábojů se rozšíří, její odpor vzroste a elektrický proud přechodem **PN** nemůže procházet.

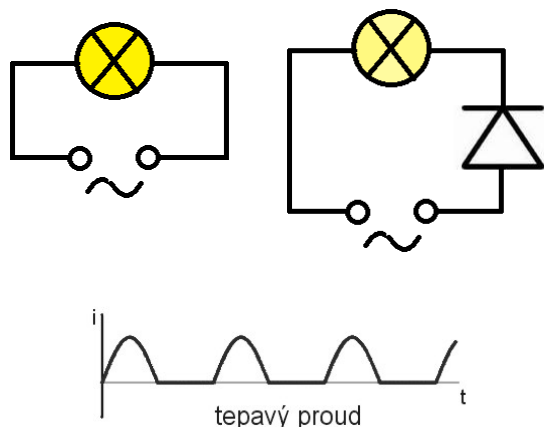
Zapojení diody v **propustném směru** – proud prochází, žárovka svítí



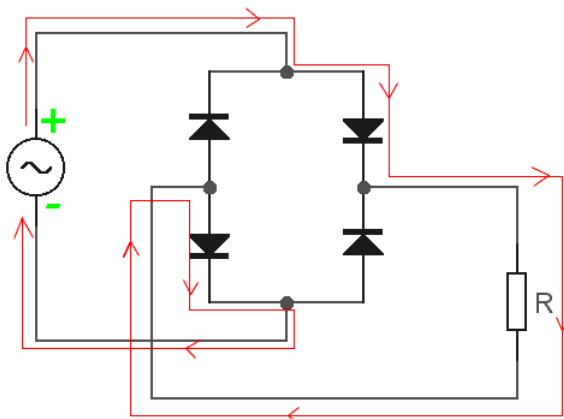
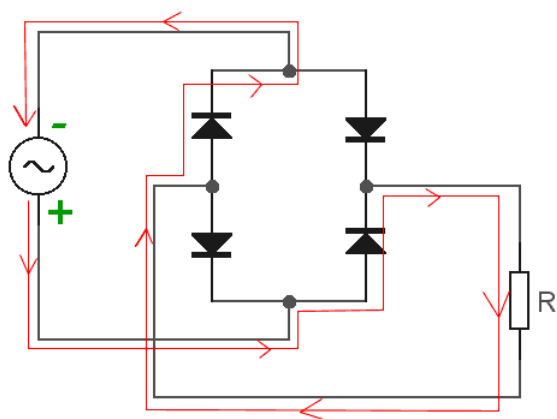
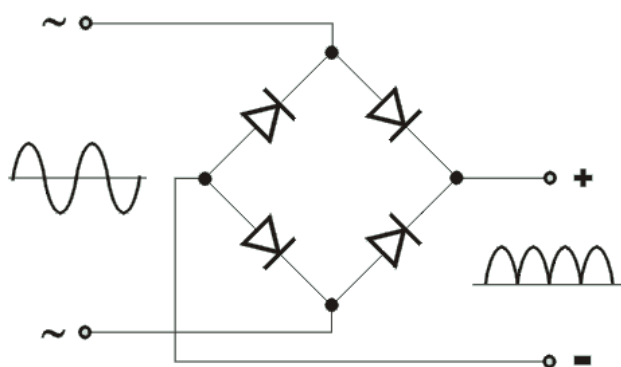
Působením elektrických sil přecházejí volné elektrony přes přechod **PN** ke kladnému pólu a "díry" jsou přitahovány k zápornému pólu, odpor se zmenší a přechodem **PN** proud prochází.

19_Užití diody - v usměrňovačích střídavého proudu

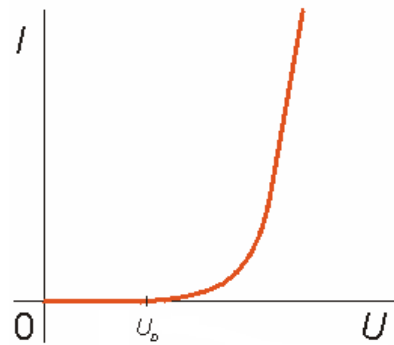
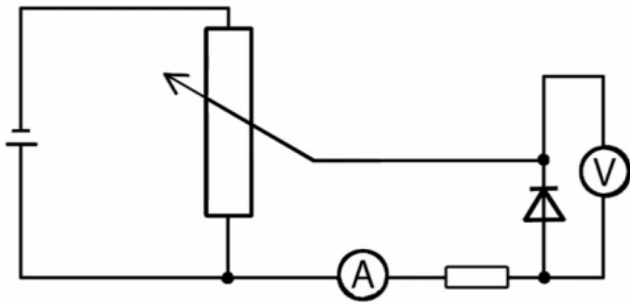
jednocestné usměrnění



dvojcestné usměrnění

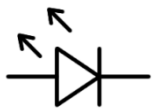


20_VA charakteristika diody



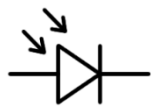
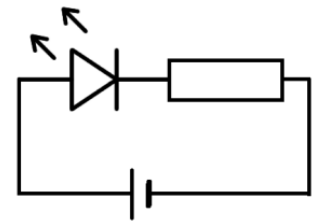
Proud prochází diodou zapojenou v propustném směru až při určitém napětí.

21_Další součástky s jedním PN přechodem



LEDKA – je dioda, která při zapojení v propustném směru svítí.

Osvětlení – nízká spotřeba el. energie

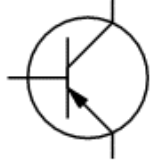
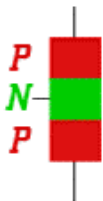
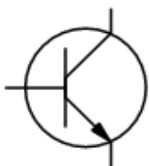


FOTODIODA (sluneční článek, fotovoltaika)

– při osvětlení se stává zdrojem stejnosměrného napětí

– sluneční energie se v nich přeměňuje přímo na energii elektrickou

Polovodičové součástky s více přechody PN:



TRANZISTOR – 2 přechody PN, používá se v zesilovačích

TYRISTOR – 3 přechody PN

22_Bezpečné zacházení s elektrickými zařízeními

El. spotřebiče připojujeme jen na napětí vyznačené na štítku.

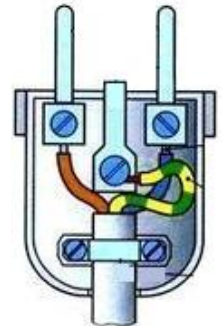
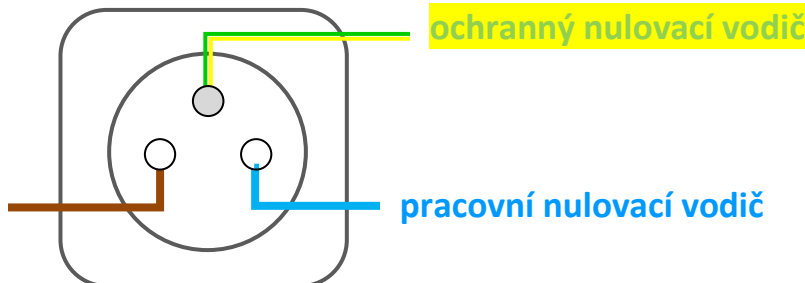
Přívodní šňůra:

- dvoupramenná (kryt spotřebiče z izolantu)
- trojpramenná (kovové části propojeny s ochranným nulovacím vodičem)

Zdroj střídavého napětí

U = 230 V

fázový vodič
také černá



Označení částí el. zařízení pod napětím

Označení vysokého napětí

23_Ochrana před úrazem elektrickým proudem

Nejdůležitější **zásady bezpečnosti**

- nepoužíváme
 - vadné elektrospotřebiče
 - spotřebiče s poškozenou přívodní šňůrou
 - výrobky bez označení zkušebny
- před použitím spotřebiče se seznámíme s jeho obsluhou
- spotřebič zapojujeme do zásuvky vypnutý
- nesundáváme zadní kryt, opravu svěříme odborníkovi
- při výměně žárovky si vypneme jistič
- dbáme nápisů a značek
- nesmíme se dotýkat a přibližovat k drátům VN spadlým na zem. (vodí el. proud, čím je vlhčí, tím je její odpor menší)

Kdy a kde se může vedení zahřívat (**nebezpečí požáru**)

- **při zkratu** (el. odpor se sníží, obvodem prochází velký proud)
- kde je vodič **špatně přišroubován nebo kde je nalomen**.

Každé vedení musí být jištěno (**pojistky, jističe**)

- ⊗ vedení z tenkého drátu na malé proudy
- ⊗ vedení ze silného drátu na větší proudy

pojistky:

<http://www.enika.cz/cz/soucastky-pro-elektroniku/jisteni/proudove.html>

Bezpečné hodnoty	napětí	proudu
stejnoseměrné	25 V	10 mA
střídavé	12 V	3,5 mA

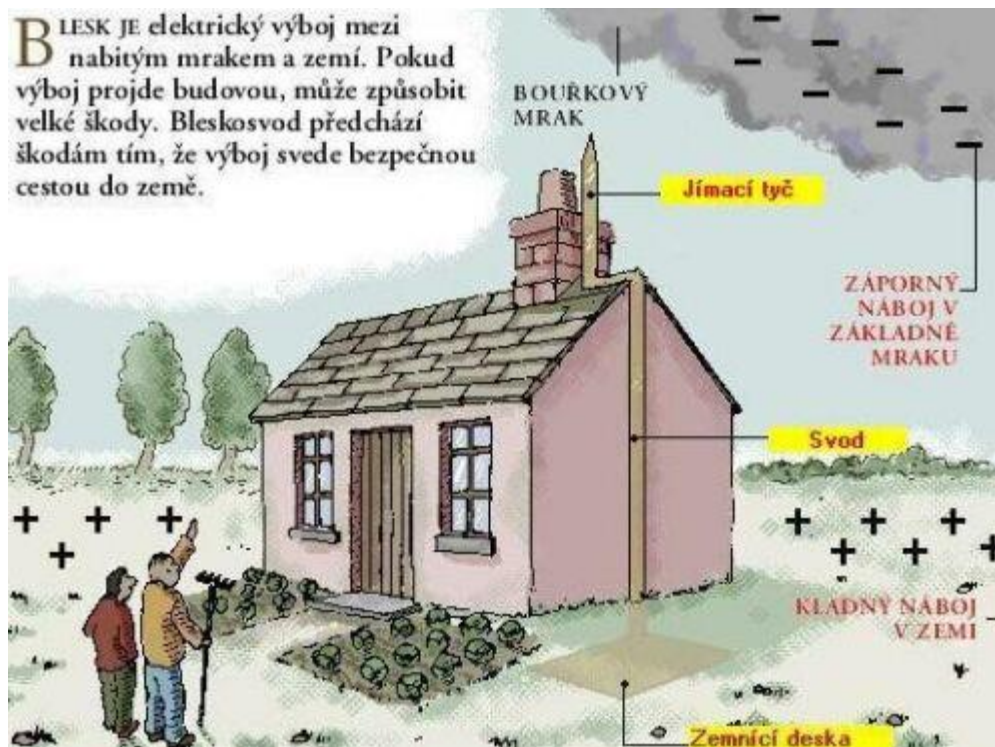
24_První pomoc při úrazu elektrickým proudem

Na co nezapomenout:

- ⊗ vlastní bezpečnost (přerušíme el. proud, vyprostíme raněného)
- ⊗ zkontrolujeme životní funkce (tep a dýchání)
- ⊗ zavoláme záchranou službu tel.: 155
- ⊗ zahájíme resuscitaci (masáž srdce, umělé dýchání)

Blesk, bleskosvod

BLESK JE elektrický výboj mezi nabitým mrakem a zemí. Pokud výboj projde budovou, může způsobit velké škody. Bleskosvod předchází škodám tím, že výboj svede bezpečnou cestou do země.



Výjimka potvrzuje pravidlo

<http://www.svarbazar.cz/phprs/view.php?cisloclanku=2009010201>