

ZEL

Pracovní sešit

Základy elektrotechniky pro E1

T1 Základní pojmy v elektrotechnice:

Základní jednotky soustavy SI:

[illegible]

Některé odvozené jednotky používané v elektrotechnice:

[illegible]

Předpony jednotek soustavy SI:

Činitel	Název	Značka	Činitel	Název	Značka

Příklad 1.1:

Převed'te hodnotu 0,2V na mV (posun desetinné čárky o tři místa)

postup: $1\text{V} = 1000\text{mV}$
 $0,2\text{V} = 200\text{mV}$

Převed'te 20mA	na	A	100μA	na	mA
Převed'te 100kΩ	na	MΩ	1,1MΩ	na	kΩ
Převed'te 100Ω	na	kΩ	2,2kΩ	na	Ω

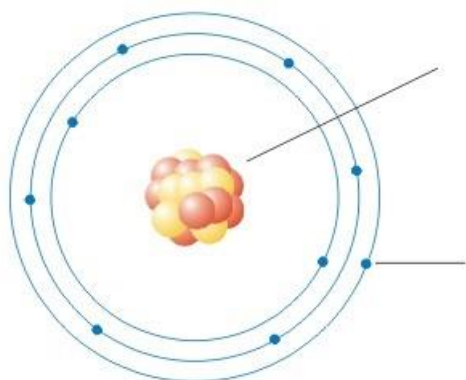
Příklad 1.2:

Seč'tete následující hodnoty:

$1\text{k}\Omega + 200\Omega =$	$100\text{k}\Omega + 0,1\text{M}\Omega =$
$200\text{mA} + 0,1\text{A} =$	$300\mu\text{A} + 3\text{mA} =$
$450\text{mV} + 1,45\text{V} =$	$800\text{V} + 1,2\text{kV} =$

Další příklady:

Stavba atomu:



ATOM –

Molekula –

Iont –

Kationt –

Aniont –

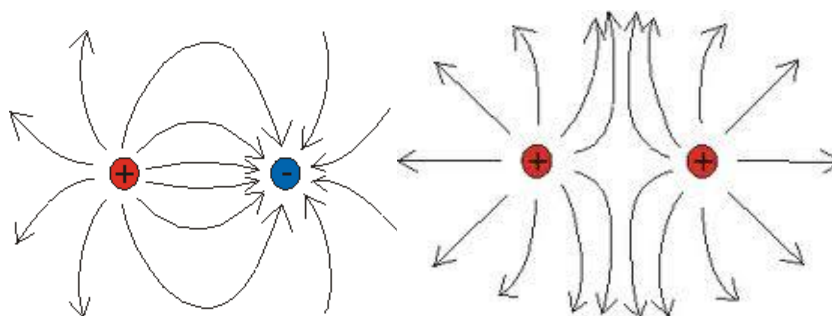
Rozdělení látek podle vodivosti:

	Vodiče	Polovodiče	Izolanty
Charakteristika			
příklady			

Elektrický náboj Q [C] –

Vlastnosti el. náboje:

-
-
-
-



Elektrický náboj o velikosti 1C obsahuje $6,424 \cdot 10^{18}$ elektronů.

Vztahy pro výpočet elektrického náboje:

Elektrický náboj lze vypočítat jako součin elektrického proudu a času:

Elektrický náboj lze vypočítat jako součin napětí a kapacity:

Příklad 1.3:

Vypočítejte kolik nosičů náboje (elektronů) prošlo vodičem, kterým protékal elektrický proud 100mA po dobu 20ms:

a) Převod do základních jednotek:

b) Výpočet:

Příklad 1.4:

Jak velký protéká proud vodičem, jestliže se jím za dobu 20ms přesunul náboj o velikosti 1μC:

T2 Stejnoseměrný proud:

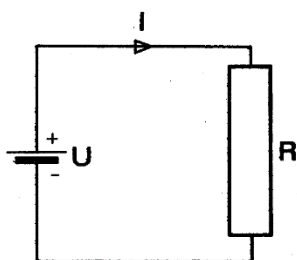
T2.1 Elektrický obvod a jeho části:

Definice elektrického obvodu –

Hlavní části elektrického obvodu:

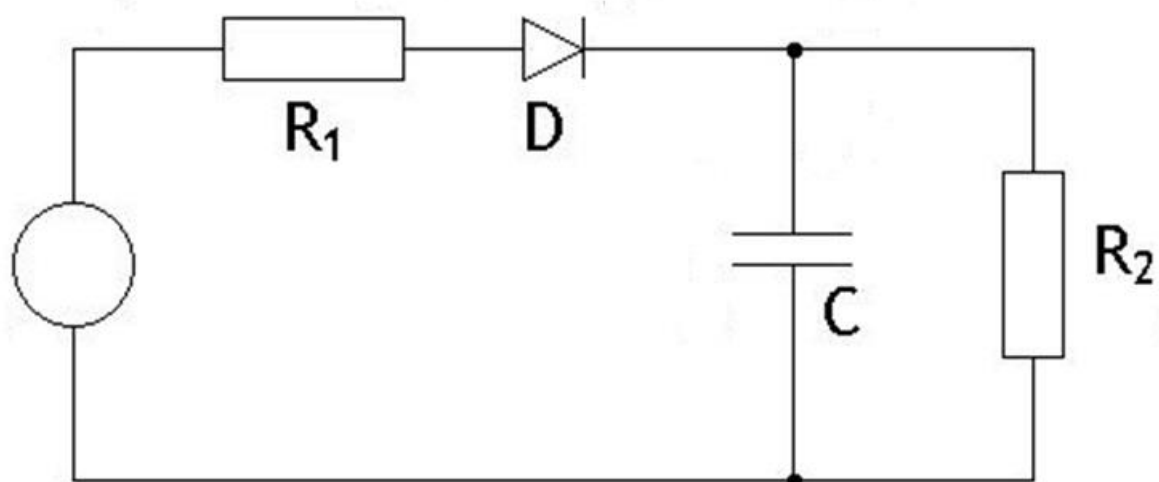
-
-
-
-

Podmínky fungování el. obvodu:

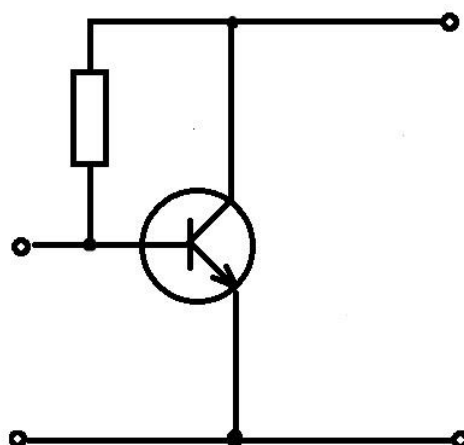
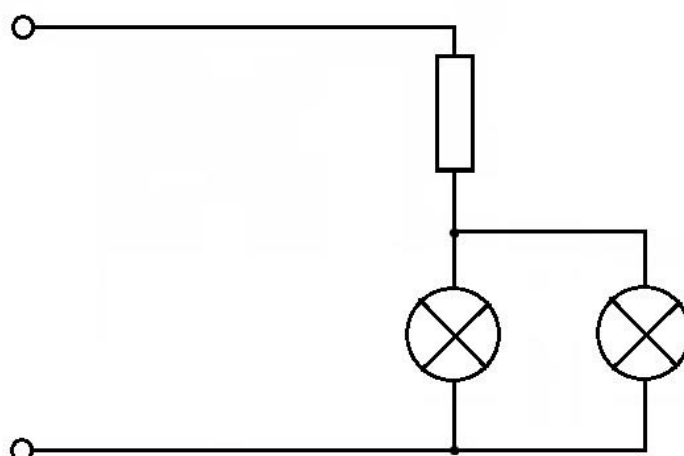


Schématické značky					
značka	popis	značka	popis	značka	popis

Znázorňování obvodových veličin v elektrickém obvodu:



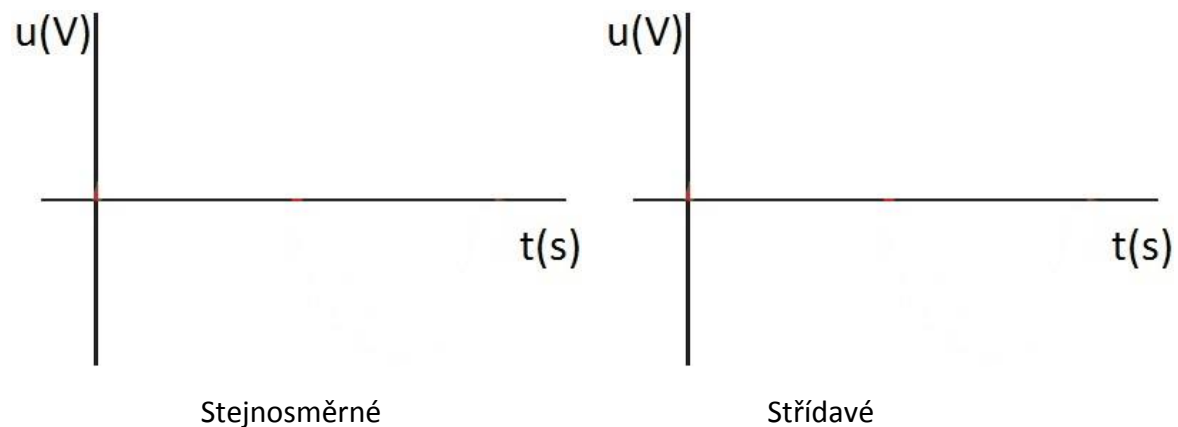
Do následujících obvodů vyznačte všechny obvodové veličiny:



T2.2 Zdroje stejnosměrného napětí

Definice el. napětí:

Rozdělení el. napětí:



Zdroje napětí:

-
-
-
-
-

T2.3 Chemické články

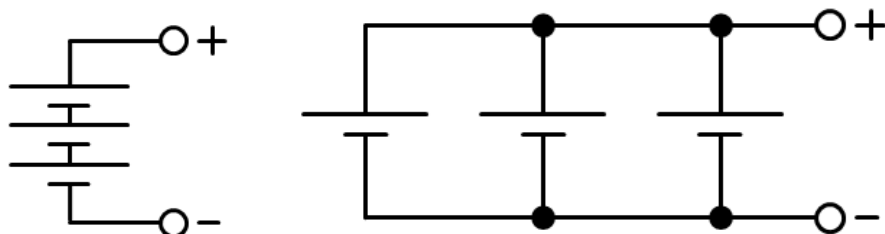
Primární:

Sekundární:

Vnitřní odpor zdroje:

Kapacita akumulátoru:

Řazení zdrojů napětí:



Řazení do série:

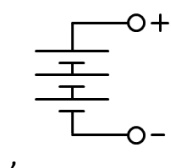
Řazení paralelní:

Příklad 2.1:

Jak dlouhou dobu vydrží baterie článků (teoreticky) napájet spotřebič proudem 1A. Baterie je tvořená šesti paralelně zapojenými články o kapacitě 1000mAh na jeden článek.

Příklad 2.2:

Jakou kapacitu a jaké napětí bude na baterii článků s napětím $U=1,5V$ a kapacitou $CA=1000mAh$. Články jsou zapojené podle schématu.



T2.4 Elektrický odpor

Elektrický odpor vodiče:

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad (\Omega)$$

měď $\rho_{Cu} = 0,0178 \, \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$,

hliník $\rho_{Al} = 0,0285 \, \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$,

Závislost odporu na teplotě:

$$R_{\vartheta} = R_0(1 + \alpha \Delta \vartheta)$$

R_{ϑ} – konečný odpor při změně teploty

R_0 – počáteční odpor

$\Delta \vartheta$ – změna teploty

α – teplotní součinitel odporu liší se

podle materiálu

Příklad 2.3:

Spočítejte odpor vodiče o délce $l=50\text{m}$ průřezu $S=4\text{mm}^2$, který je vyroben

a) z mědi $\rho_{Cu} = 0,0178 \, \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$,

b) z hliníku $\rho_{Al} = 0,0285 \, \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$:

Příklad 2.4:

Spočítejte průřez měděného vodiče, který má odpor $R=0,2\ \Omega$ a délku $l=25\text{m}$.

Příklad 2.5:

Vypočítejte délku hliníkového vodiče s průřezem $S=1,5\text{mm}^2$ a odporem $R=10\ \Omega$.

Příklad 2.6:

Jak se změní odpor měděného vodiče z předchozího příkladu pokud došlo k nárůstu teploty o 25°C

$$R_0 = 0,223\Omega$$

$$\Delta u = 25^\circ\text{C}$$

$$\alpha = 3,92 \cdot 10^{-3}\ \text{K}^{-1}$$

Příklad 2.7:

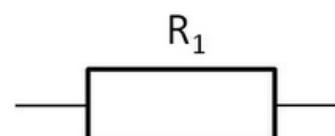
Jaká je teplota vlákna žárovky (wolfram) když při teplotě 20°C vykazuje odpor 20Ω po zapojení na zdroj napětí a rozsvícení vykazuje odpor 120Ω .

$$R_{20}=20\ \Omega$$

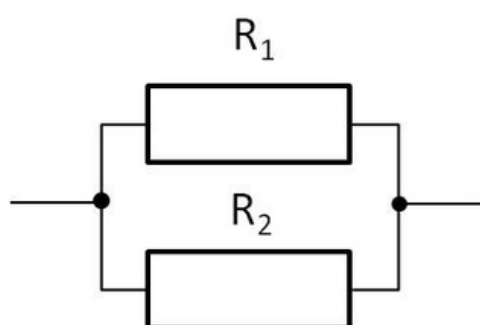
$$R_u=120\ \Omega$$

Teplotní součinitel $\alpha_w=0,0045\text{K}^{-1}$.

Rezistor:

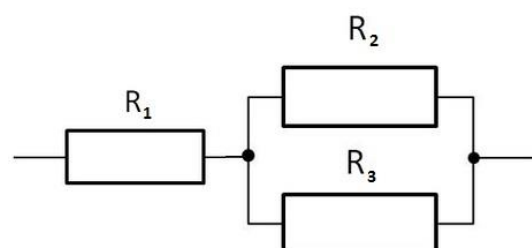


Řazení (spojování) rezistorů:



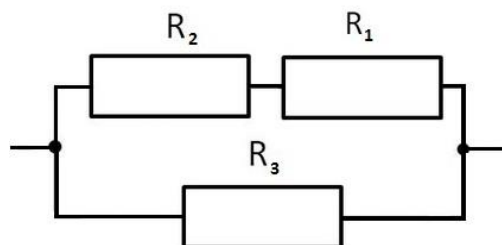
Příklad 2.8:

Vypočítejte celkový odpor R_c rezistorů zapojených podle schématu hodnota odporu $R_{1,2,3}=10\Omega$.



Příklad 2.9:

Vypočítejte celkový odpor R_c rezistorů zapojených podle schématu hodnota odporu $R_{1,2,3}=10\Omega$.

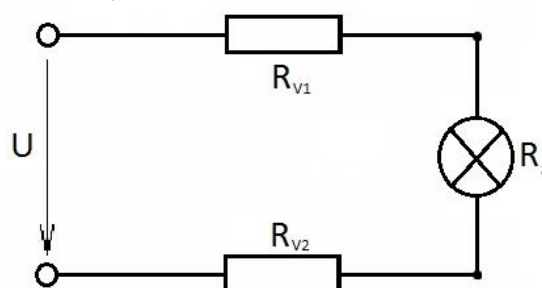


Elektrická vodivost:

$$G = \frac{1}{R}$$

Příklad 2.10:

Vypočítejte odpor a vodivost přívodních vodičů dlouhých 100m s průřezem $1,5\text{mm}^2$, měrný odpor mědi $\rho_{\text{Cu}} = 0,0178 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$. Vypočtete také celkový odpor obvodu, když odpor vlákna žárovky je $R_z = 7,5\Omega$.



T2.5 Elektrický proud

$$I = \frac{Q}{t}$$

Účinky elektrického proudu:

-
-
-
-
-

Proudová hustota:

$$J = \frac{I}{S}$$

Příklad 2.11:

Vodičem teče po dobu 1 hodiny proud 2,5A, jak velký elektrický náboj Q (C) projde vodičem a jaká je proudová hustota J (A/mm²) jestliže proud protéká vodičem o průřezu 1,5mm².

Příklad 2.12:

Vodičem protékal proud po dobu 10 min. za tuto dobu se přesunul el. náboj o velikosti 600mC. Jak velký proud protékal vodičem?

T2.6 Ohmův zákon

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

(A; V, Ω)



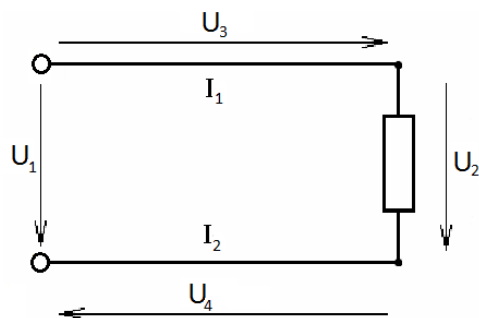
Příklad 2.13:

Rezistorem o odporu $R=6.8\text{k}\Omega$ prochází proud o velikosti $I=20\text{mA}$, jaké je napětí na rezistoru?

Příklad 2.14:

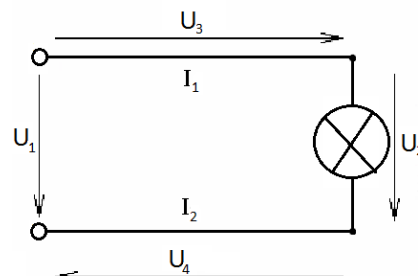
Jaký proud I prochází topnou spirálou vaříče, jestliže má odpor $R=50\Omega$ a je připojena na napětí $U=230\text{V}$?

Úbytek napětí na vodiči:



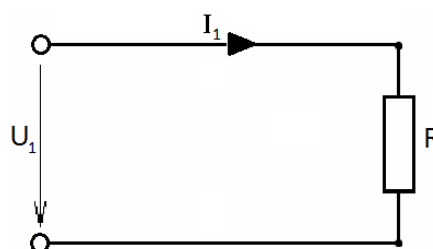
Příklad 2.15:

Vypočítejte úbytky napětí na žárovce a přírodním měděném vodiči dlouhém 100m s průřezem 1mm^2 měrný odpor mědi $\rho_{\text{Cu}} = 0,0178 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$. Vodičem prochází proud 300mA. Odpor vlákna žárovky je $R_z = 100\Omega$.



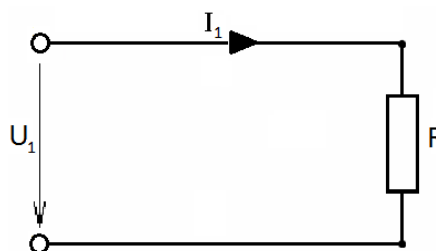
Příklad 2.16:

Vypočítejte odpor rezistoru, jestliže je připojen na napětí $U_1 = 230\text{V}$ a protéká jím proud $I_1 = 115\text{mA}$.



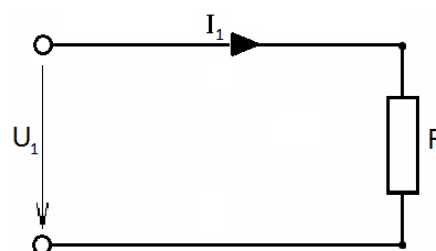
Příklad 2.17:

Vypočítejte proud I_1 protékající rezistorem, jestliže jeho odpor je 100Ω a je připojen na napětí 230V.



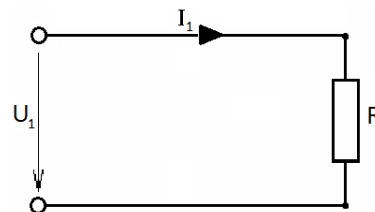
Příklad 2.18:

Vypočítejte na jaké napětí je připojen rezistor R o odporu $2,3\text{k}\Omega$ a protéká jím proud 100mA.



Příklad 2.19:

Vypočítejte vodivost rezistoru, jestliže je připojen na napětí $U_1 = 230\text{V}$ a protéká jím proud $I_1 = 115\text{mA}$.



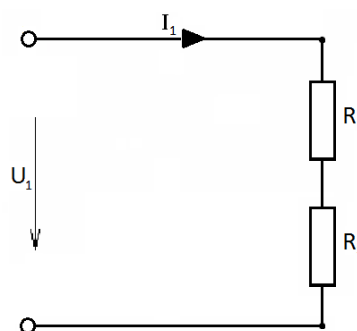
Příklad 2.20:

Vypočítejte hodnotu protékajícího proudu v obvodu podle schématu.

$$U_1 = 12\text{V}$$

$$R_1 = 10\Omega$$

$$R_2 = 40\Omega$$



Příklad 2.21:

Podle zadání z předchozího příkladu a jeho řešení vypočítejte hodnoty napětí U_{R1} a U_{R2}

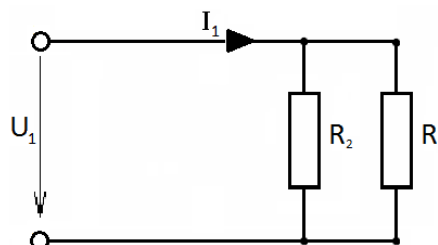
Příklad 2.22:

Vypočítejte hodnotu protékajícího proudu v obvodu podle schématu.

$$U_1 = 12\text{V}$$

$$R_1 = 10\Omega$$

$$R_2 = 40\Omega$$

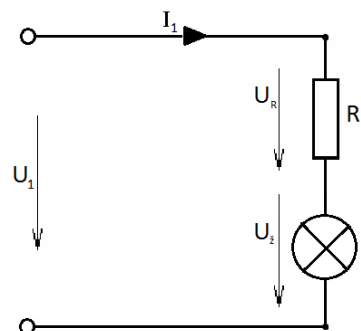


Příklad 2.23:

Podle zadání z předchozího příkladu a vypočtené hodnoty proudu vypočítejte hodnoty proudu I_{R1} a I_{R2} .

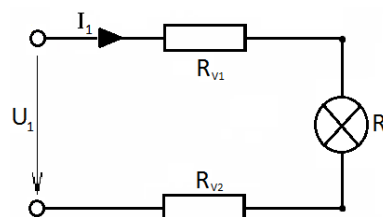
Příklad 2.24:

Podle údajů na žárovce je napětí $U_z=6V$ a obvodem protéká proud $I_1=100mA$. Napájecí napětí $U_1=12V$. Vypočítejte hodnotu odporu předřadného rezistoru.



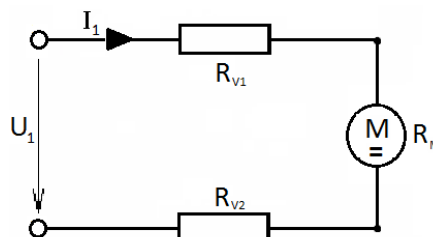
Příklad 2.25:

Vypočítejte úbytky napětí na žárovce a přívodním měděném vodiči dlouhém 0,75m s průřezem $1,5mm^2$ měrný odpor mědi $\rho_{Cu} = 0,0178 \Omega \cdot mm^2/m$. Vodičem prochází proud 100mA. Odpor vlákna žárovky je $R_z=75\Omega$.



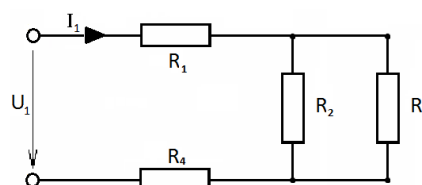
Příklad 2.26:

Vypočítejte velikost proudu I_1 procházejícího obvodem, když napájecí napětí $U_1=230V$, přívodní měděné vodiče jsou dlouhé 15m s průřezem $1,5mm^2$ měrný odpor mědi $\rho_{Cu} = 0,0178 \Omega \cdot mm^2/m$. Odpor vinutí DC elektromotoru je $R_M=11,5\Omega$.



Příklad 2.27

Vypočítejte celkový proud I_1 v obvodu podle schématu. Všechny rezistory mají odpor $R=10\Omega$ napájecí napětí $U_1=100V$.

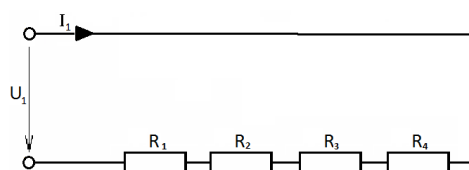


Příklad 2.28:

Podle předchozího zadání spočítejte úbytky napětí na rezistorech R_1 a R_4 a proudy R_2 a R_3 .

Příklad 2.29:

V obvodu podle schématu vypočítejte velikost protékajícího proudu I_1 pokud je obvod připojen na napětí $U_1=50\text{V}$ a rezistory mají následující hodnoty odporů $R_1= 10\Omega$; $R_2= 20\Omega$; $R_3= 30\Omega$; $R_4= 40\Omega$.

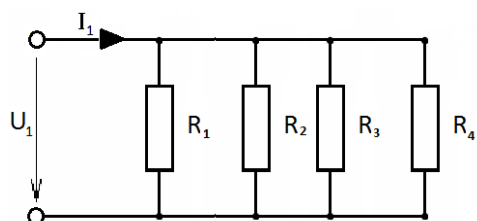


Příklad 2.30:

V zapojení z předchozího schématu vypočítejte úbytky napětí na rezistorech.

Příklad 2.31:

Vypočítejte hodnotu napájecího napětí U_1 pro obvod podle schématu pokud protékající proud $I_1= 25\text{mA}$ a rezistory mají následující hodnoty odporů $R_1= 1\Omega$; $R_2= 1\Omega$; $R_3= 5\Omega$; $R_4= 5\Omega$.

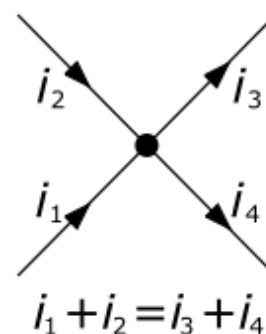


Příklad 2.32:

Vypočítejte hodnotu napájecího napětí jednotlivých proudů I_{R1} až I_{R4} pro obvod podle předchozího schématu, $R_1= 1\Omega$; $R_2= 1\Omega$; $R_3= 5\Omega$; $R_4= 5\Omega$.

2.8 Kirchhoffovy zákony:

I. Kirchhoffův zákon



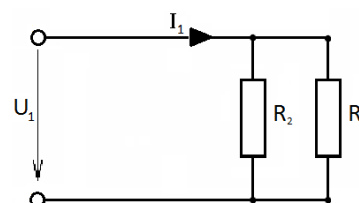
Příklad 2.33:

Určete velikost proudu I_1 v obvodu:

$$R_1 = 10\Omega$$

$$R_2 = 5\Omega$$

$$U_1 = 33V$$

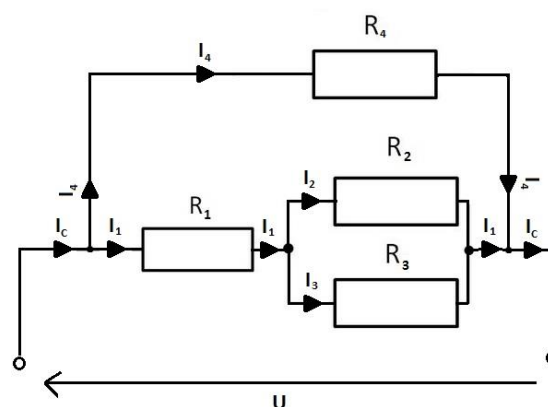


Příklad 2.34:

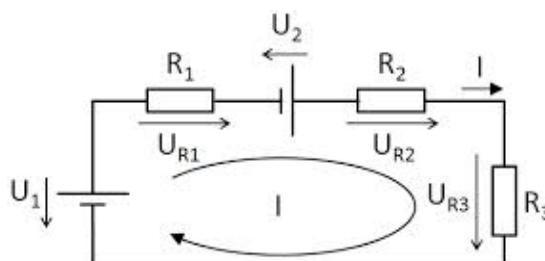
Vypočítejte všechny proudy v obvodu a ověřte platnost I.K.Z.

$$R_{1,2,3,4} = 10\Omega$$

$$U = 100V$$



II. Kirchhoffův zákon



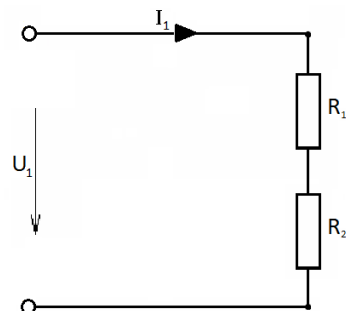
Příklad 2.35:

Vypočítejte úbytky napětí na rezistorech R_1 a R_2 a ověřte platnost II. KZ.

$$I_1 = 2,5 \text{ A}$$

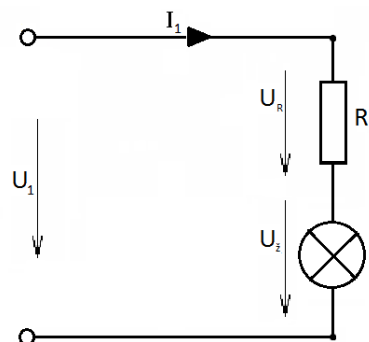
$$R_1 = 10 \Omega$$

$$R_2 = 5 \Omega$$



Příklad 2.36:

Podle údajů na žárovce je napětí $U_z = 6 \text{ V}$ a obvodem protéká proud $I_1 = 100 \text{ mA}$. Napájecí napětí $U_1 = 12 \text{ V}$. Vypočítejte hodnotu odporu předřadného rezistoru.



Příklad 2.37:

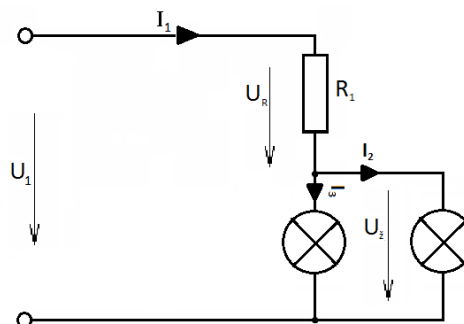
Vypočítejte hodnotu předřadného rezistoru R_1 .

$$I_2 = 100 \text{ mA}$$

$$I_3 = 100 \text{ mA}$$

$$U_z = 6 \text{ V}$$

$$U_1 = 24 \text{ V}$$



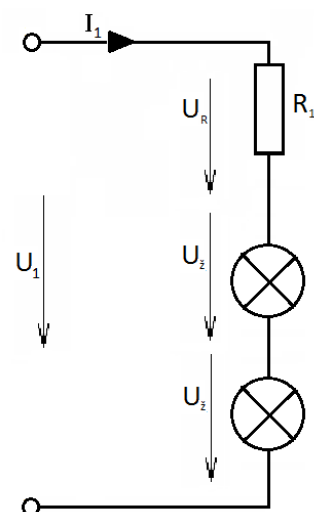
Příklad 2.38:

Vypočtete hodnotu odporu předřadného rezistoru R_1 .

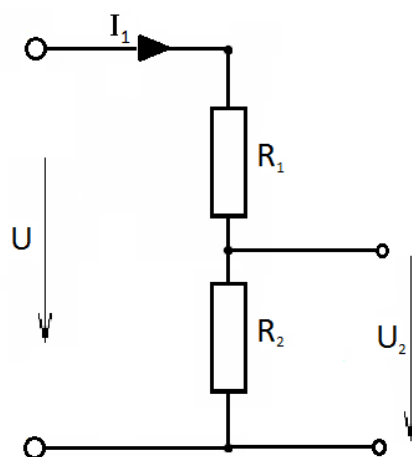
$$I_1 = 100 \text{ mA}$$

$$U_z = 6 \text{ V}$$

$$U_1 = 24 \text{ V}$$



2.9 Odporový dělič napětí

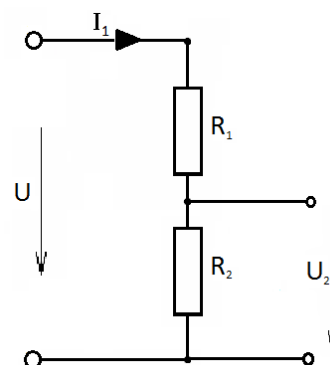


Nezatížený dělič napětí:

Regulovatelný dělič napětí - potenciometr a trimr

Příklad 2.39:

Vypočítejte výstupní napětí U_2 na nezatíženém odporovém děliči při vstupním napětí $U=230\text{V}$ a hodnotách rezistorů $R_1=130\Omega$; $R_2=330\Omega$.

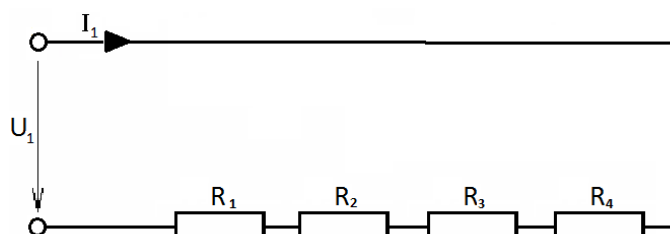


Příklad 2.40:

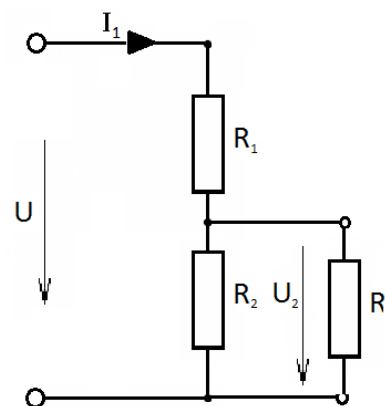
Navrhněte odporový dělič připojený na napětí $U=22\text{V}$ s výstupním napětím $U_2=2\text{V}$. Tak aby nezatíženým děličem protékal proud 1mA .

Příklad 2.41:

V obvodu podle schématu vypočítejte napětí na rezistorech, pokud je obvod připojen na napětí $U_1=50\text{V}$ a rezistory mají následující hodnoty odporů $R_1=10\Omega$; $R_2=20\Omega$; $R_3=30\Omega$; $R_4=40\Omega$.

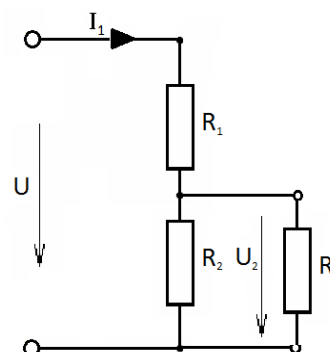


Zatížený dělič napětí:



Příklad 2.42:

Vypočítejte napětí na zatíženém děliči U_2 při vstupním napětí $U=230\text{V}$ a hodnotách rezistorů $R_1=130\Omega$; $R_2=330\Omega$. Dělič je zatížen rezistorem $R_z = 330\Omega$.



2.11 Výkon a práce v obvodu stejnosměrného proudu

Elektrická práce

$$W = U \cdot Q = U \cdot I \cdot t$$

Příklad 2.43:

Vypočítejte, jakou elektrickou práci spotřeboval stolní počítač připojený na 230V a kterým prochází proud 2A po dobu 10h.

Spočítejte cenu spotřebované elektrické energie při sazbě 4,5Kč za 1kWh.

Výkon stejnosměrného proudu:

$$P = \frac{W}{t} = U \cdot I$$

$$P = U \cdot I = (I \cdot R) \cdot I = I^2 \cdot R$$

$$P = U \cdot I = U \cdot \left(\frac{U}{R}\right) = \frac{U^2}{R}$$

Příklad 2.44:

Jaký je výkon zdroje DC proudu, jestliže má výstupní napětí 24V a obvodem teče proud 500mA.

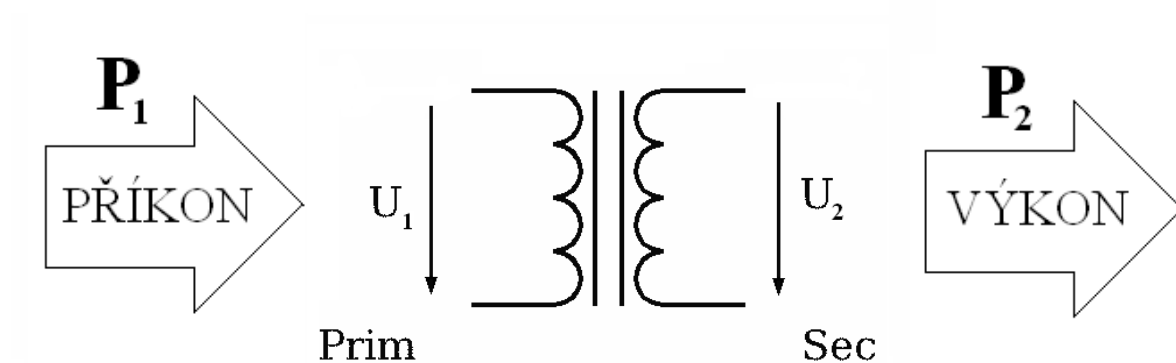
Příklad 2.45:

Jaký výkon odebírá žárovka, pokud odpor vlákna je 50Ω a je připojena na napětí 10V.

Příklad 2.46:

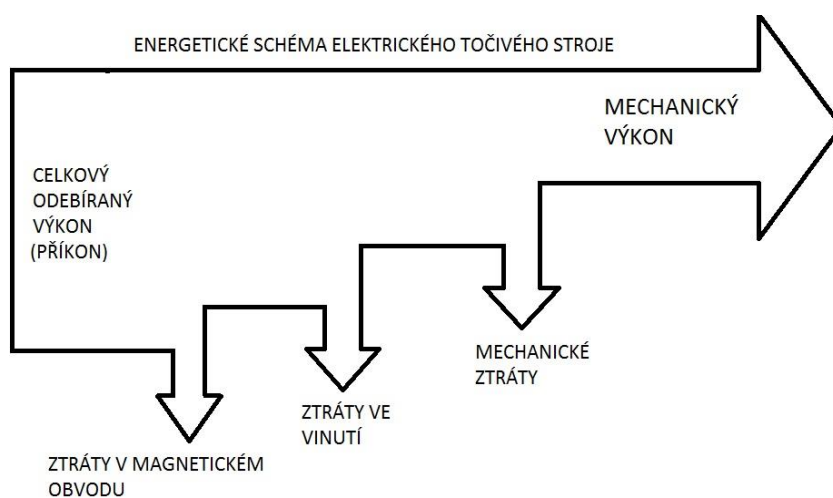
Jaký výkon ze stejnosměrného zdroje odebírá elektromotor, pokud odpor vinutí je 12Ω a protéká jím proud 3A.

Příkon – výkon



Účinnost

$$\eta = \frac{\text{výkon}}{\text{příkon}} = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100 \quad (\%)$$



Příklad 2.47:

Elektromotor pohání stroj s výkonem $P_2 = 100\text{W}$, účinnost elektromotoru $\eta = 0,88$ určete příkon stroje P_1 .

Příklad 2.48:

Spočítejte, jaký bude tepelný výkon topného tělesa s odporem $R = 10\Omega$, připojeného na napětí $U = 24\text{V}$. Účinnost topného tělesa je 95%.

Příklad 2.49:

Vypočítejte celkový příkon osvětlení v učebně, pokud je osvětlení tvořeno 13 svítidly, každé je tvořeno dvojicí zářivkových trubic s příkonem 36W na jednu trubici.

Příklad 2.50:

Vypočítejte celkovou spotřebu el. energie pro osvětlení z předchozího příkladu, pokud je osvětlení provozováno 7 hodin:

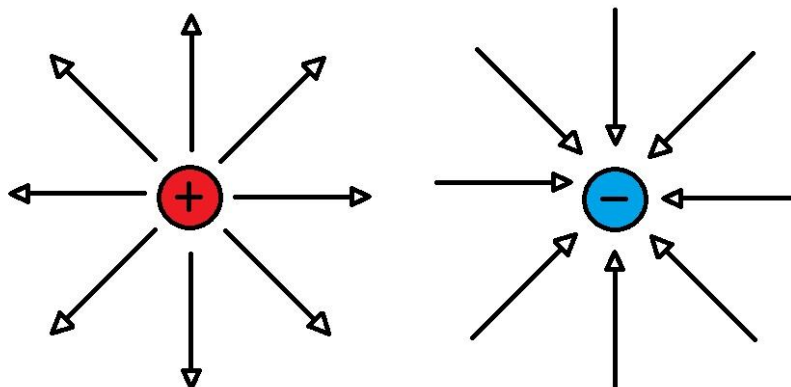
T3 Elektrostatika

T3.1 a 3.2 Vznik elektrického pole a jeho veličiny

Elektrostatika –

Elektrický náboj a jeho vlastnosti:

Elektrického pole a jeho intenzita –



T3.3 Coulombův zákon:

Permitivita:

$$\text{Permitivita vakua} = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ F.m}^{-1}$$

Průraz dielektrika a elektrická pevnost:

Dielektrické ztráty:

Hodnoty dielektrické pevnosti E pro některá dielektrika:

- vzduch = $3 \cdot 10^6 \text{ V.m}^{-1}$
- papír = $30 \cdot 10^6 \text{ V.m}^{-1}$
- sklo = $14 \cdot 10^6 \text{ V.m}^{-1}$
- teflon = $60 \cdot 10^6 \text{ V.m}^{-1}$

Příklad 3.1:

Dvě kulová tělesa s nábojem $C_1 = 10 \mu\text{C}$ a $C_2 = -25 \mu\text{C}$ jsou ve vakuu od sebe vzdálená $r = 2 \text{ m}$. Jakou silou na sebe tyto tělesa působí pokud $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F.m}^{-1}$.

$$C_1 = 10 \mu\text{C} = 1 \cdot 10^{-5} = 0,00001 \text{ C}$$

$$C_2 = -25 \mu\text{C} = -2,5 \cdot 10^{-5} = -0,000025 \text{ C}$$

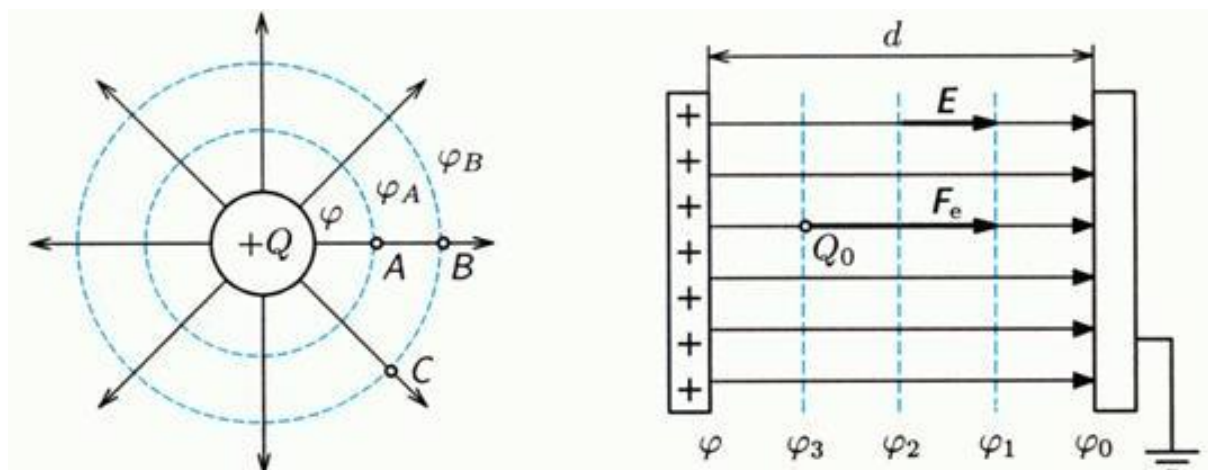
$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F.m}^{-1} = 0,00000000000885 \text{ F.m}^{-1}$$

Příklad 3.2:

Jak se změní velikost síly z příkladu 3.1, pokud se zdvojnásobí vzdálenost obou těles.

Elektrický potenciál

$$\varphi = \frac{W}{Q} \quad \varphi = E \cdot d$$



Elektrické napětí

T3.4 Působení el. pole na vodič a dielektrikum

Vodič v elektrickém poli –

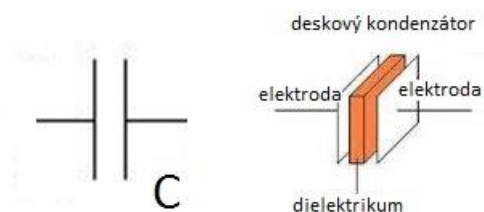
Dielektrikum v elektrickém poli –

T3.6 Kapacita a kondenzátory

Kapacita

$$C = \frac{Q}{U}$$

Kondenzátor

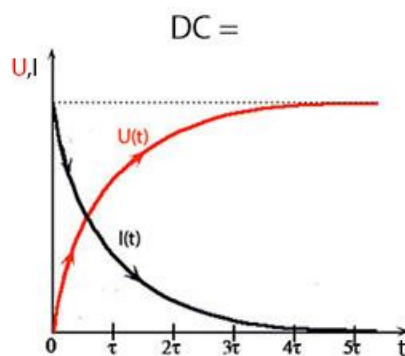


$$C = \epsilon \cdot \frac{S}{l}$$

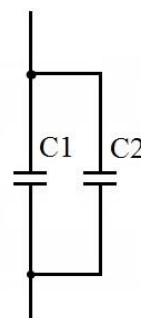
Příklad 3.3:

Vypočítejte kapacitu deskového kondenzátoru o ploše elektrod $S=1000\text{mm}^2$ vzdálenost desek $l=0,1\text{mm}$. Jako dielektrikum je použita slída s permitivitou $\epsilon=44,25 \cdot 10^{-12} \text{ F}\cdot\text{m}^{-1}$

Nabíjení kondenzátorů:



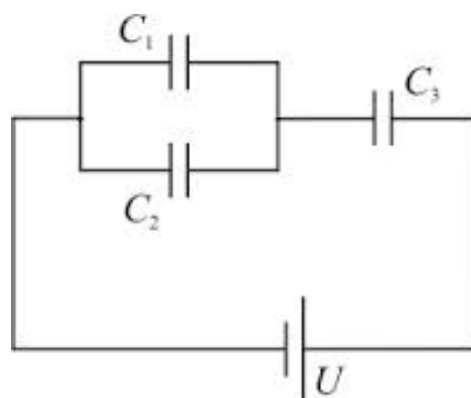
Řazení (spojování) kondenzátorů:



Příklad 3.4:

Vypočítejte celkovou kapacitu obvodu:

$C_{1,2,3}=10\mu\text{F}$ a celkové množství elektrického náboje uchovaného v obvodu když $U=10\text{V}$.



Energie uložená v kondenzátoru:

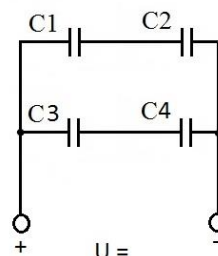
$$W = \frac{1}{2} C \cdot U^2$$

Příklad 3.5:

Vypočtete množství energie uložené v kondenzátoru s kapacitou $C=5000\mu\text{F}$, který se nabil na napětí $U=230\text{V}$.

Příklad 3.6:

Vypočítejte celkovou kapacitu obvodu, pokud všechny kondenzátory mají kapacitu $C=0,01\text{mF}$.



Příklad 3.7:

Převeďte:

$$100\mu\text{F} = \quad \text{mF}$$

$$1\text{mF} = \quad \mu\text{F}$$

$$220\text{nF} = \quad \mu\text{F}$$

$$120\text{pF} = \quad \text{nF}$$

$$10\text{nF} = \quad \mu\text{F}$$

$$0,1\text{F} = \quad \text{mF}$$

$$47\text{nF} = \quad \text{pF}$$

$$22\mu\text{F} = \quad \text{nF}$$

$$47\text{pF} = \quad \text{nF}$$

Příklad 3.8:

Deskový kondenzátor s plochou elektrod $S=20\times 20\text{mm}$ vzduchovým dielektrikem o tloušťce $l=0,8\text{mm}$. Vypočítejte jeho kapacitu a zjistěte, jak se změní kapacita tohoto kondenzátoru, pokud se vzdálenost mezi elektrodami zmenší na $0,4\text{mm}$.

Příklad 3.9:

Vypočítejte kapacitu kondenzátoru s plochou desek $S=2000\text{mm}^2$ a tloušťkou dielektrika $0,1\text{mm}$. Jako dielektrikum je použita slída, její permitivitu vyhledejte na internetu, nebo v tabulkách.

T4 Magnety a magnetické pole

T4.1 Magnetické pole a trvalé magnety

Magnet –

Permanentní magnet –

Magnetizace a demagnetizace:

Veličiny popisující magnetické pole:

Magnetický indukční tok

Magnetická indukce

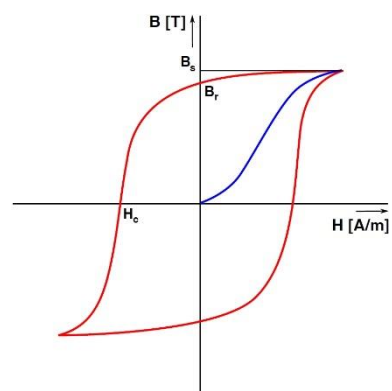
Intenzita magnetického pole

T4.2 Magnetické vlastnosti látek

Permeabilita

Permeabilita vakua $\mu_0 = 1,2566 \cdot 10^{-6} \text{ H} \cdot \text{m}^{-1}$

Hysterezní smyčka:



Rozdělení látek podle působení magnetického pole:

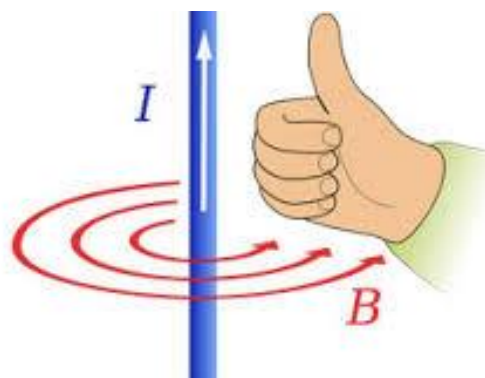
	Diamagnetické látky	Paramagnetické látky	Feromagnetické látky
Popis			
Příklady			
Permeabilita			

T4.3 Elektromagnetismus

Magnetické pole vodiče

Elektromagnet

Ampérovo pravidlo pravé ruky



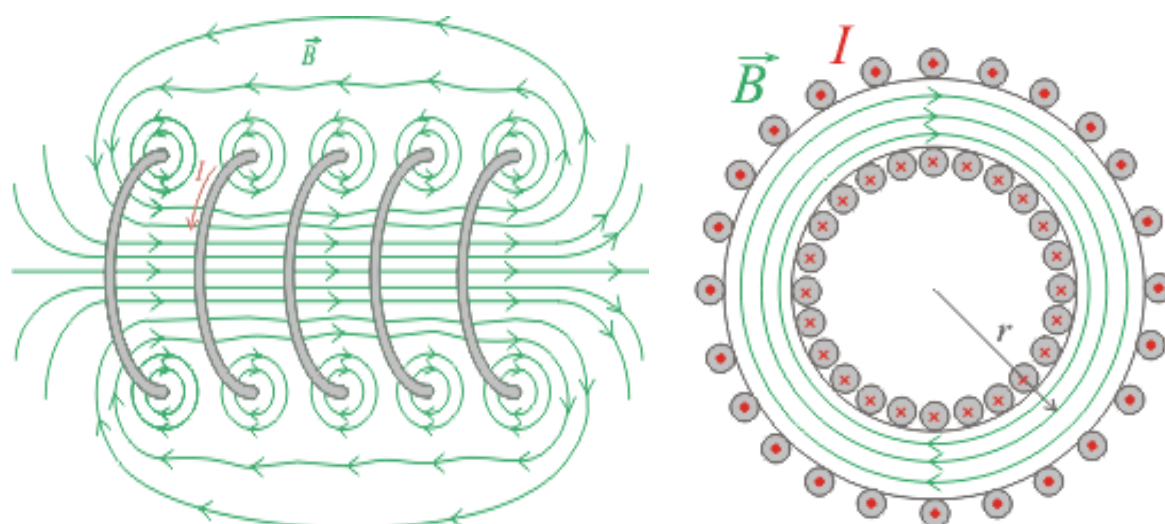
Cívka



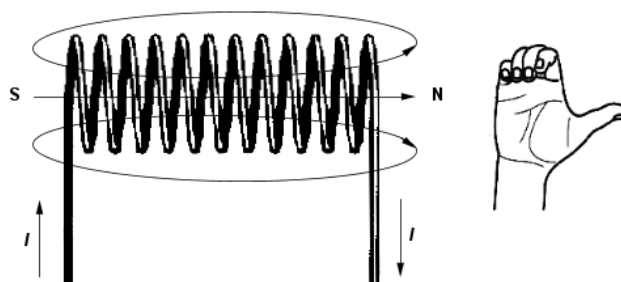
Rozdělení cívek podle tvaru jádra

Solenoid -

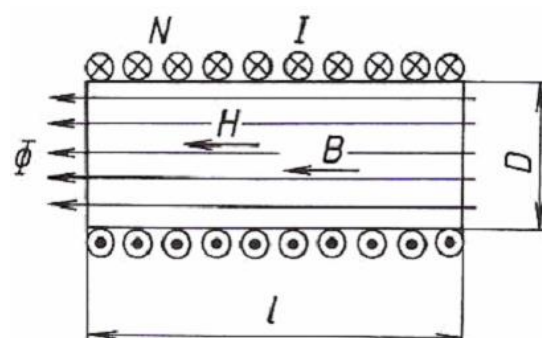
Toroid -



Ampérovo pravidlo pravé ruky pro cívku:



Výpočet magnetického pole solenoidu:



Příklad 4.1:

Vypočítejte intenzitu mg. pole, magnetickou indukci a magnetický indukční tok uvnitř cívky (solenoidu) se vzduchovým jádrem. Cívka má $n=3000$ závitů a protéká skrz ní proud $I=0,2\text{A}$ délka cívky $l=10\text{cm}$, plocha $S=150\text{mm}^2$.

Vlastní indukčnost cívky:

Solenoid

$$L = \mu \frac{S \cdot n^2}{l}$$

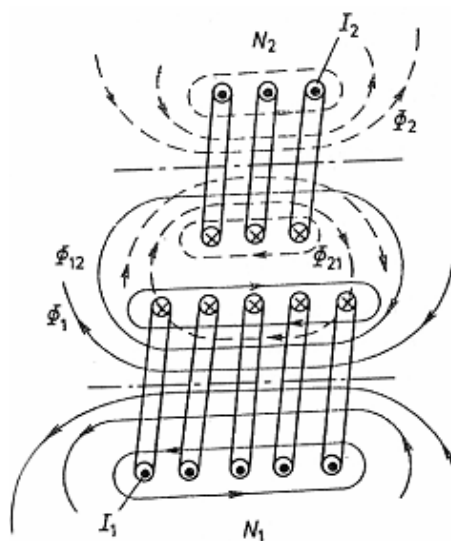
Toroid

$$L = \mu \frac{S \cdot n^2}{2\pi r}$$

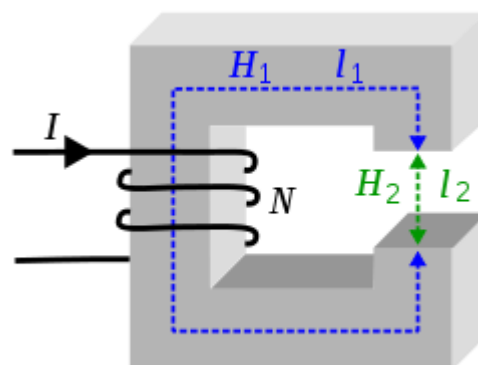
Příklad 4.2:

Vypočítejte vlastní indukčnost cívky podle zadání z příkladu 4.1:

Vzájemná indukčnost cívek:

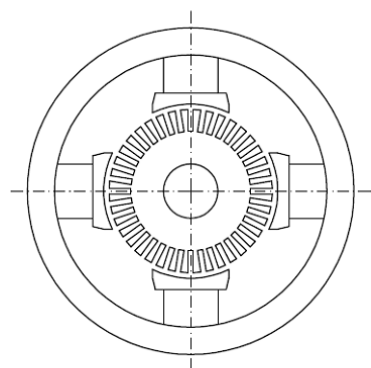


T4.4 Magnetické obvody

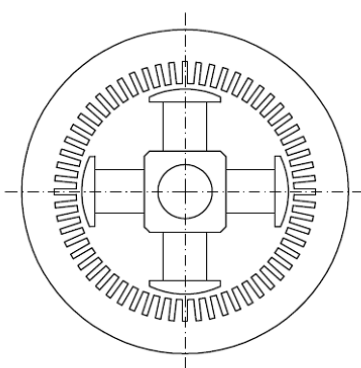


Hopkinsonův zákon

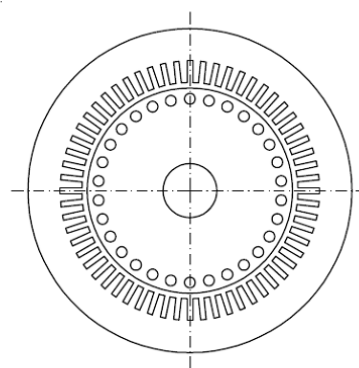
Magnetické obvody točivých strojů



a) stejnosměrné stroje



b) synchronní stroje



c) asynchronní stroje

T4.5 Pohyb vodiče a cívky v magnetickém poli

Síla působící na vodič v magnetickém poli

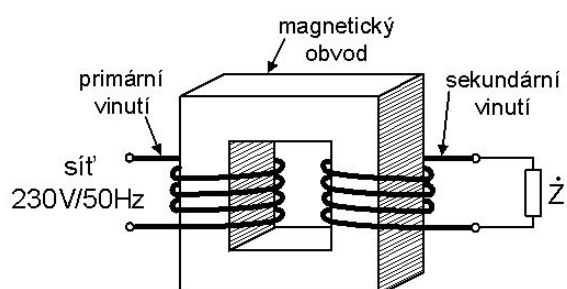
$$F = I \cdot l \cdot B \cdot \sin \alpha$$

Vzájemné silové působení dvou vodičů

$$F = \frac{\mu}{2\pi} \cdot \frac{I_1 I_2 l}{d}$$

T4.6 Elektromagnetická indukce

Vznik indukovaného napětí



Způsoby vzniku elektromagnetické indukce

-
-
-

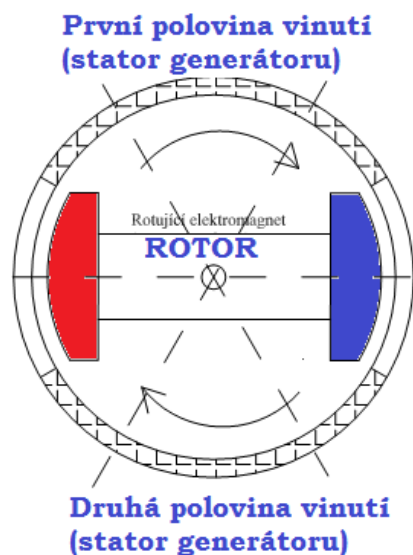
Indukované napětí

$$U_i = B \cdot l \cdot v \cdot \sin \alpha$$

Lenzův zákon

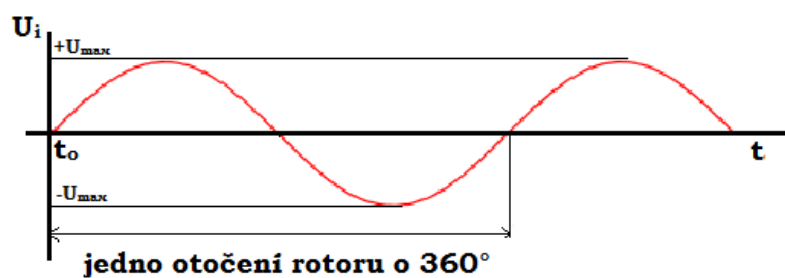
T5 Střídavý proud

5.1 Vznik střídavého napětí a proudu

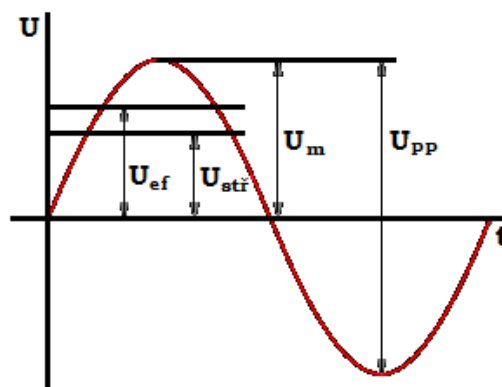


NAPĚTÍ INDUKOVANÉ VE VINUTÍ STATORU

čas t_0 indukované napětí $U_i=0$



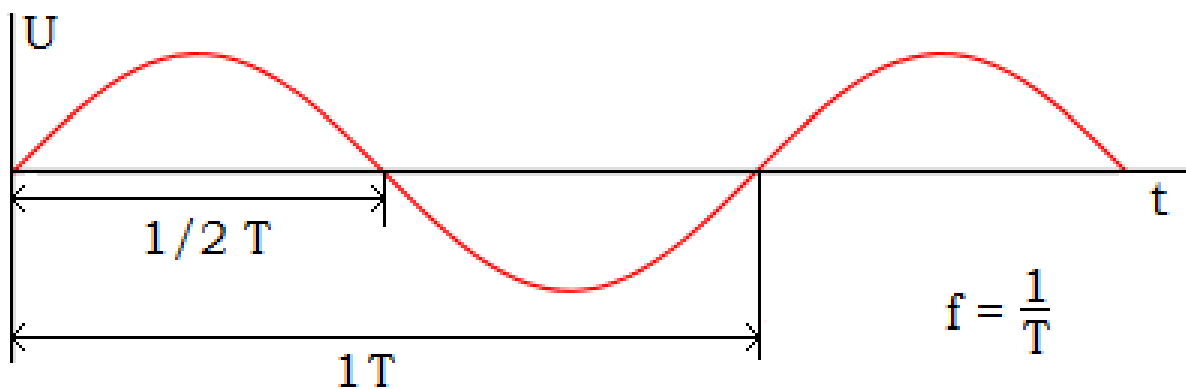
Hodnoty střídavého napětí



Příklad 5.1:

Vypočítejte maximální U_m , střední $U_{stř}$ a hodnotu špička-špička U_{pp} pro zásuvkové napětí 230V.

Veličiny popisující střídavé napětí a proud

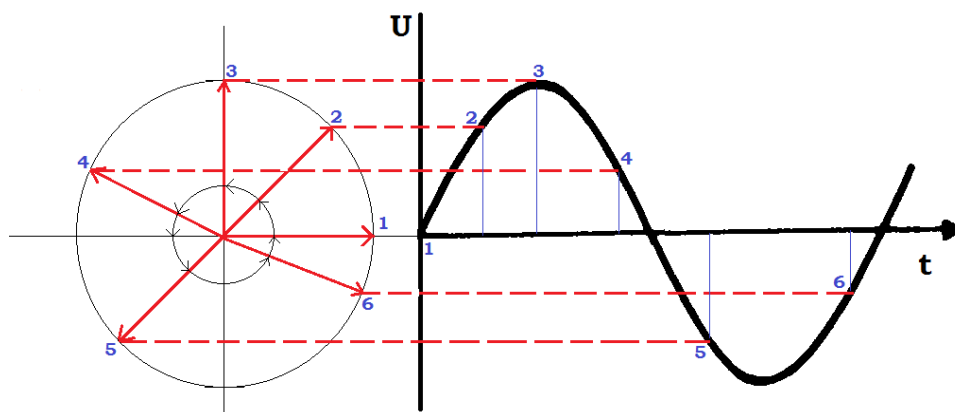


Příklad 5.2:

Vypočítejte periodu, a úhlovou rychlost pro průmyslovou frekvenci 50Hz.

T5.2 Znázorňování sinusových veličin

Fázor –



Příklad 5.3:

Vypočítejte okamžitou hodnotu střídavého napětí v čase $t=0,019\text{s}$ při frekvenci 50Hz a $U_m=325\text{V}$ a zakreslete jako vektor.

Příklad 5.4:

Vypočítejte maximální U_m a periodu pro napětí $U_{ef}=100\text{V}$ a $f=100\text{Hz}$

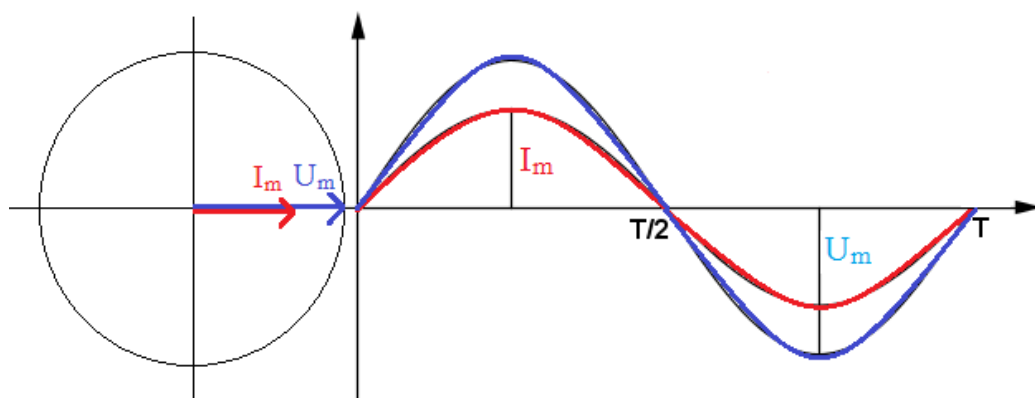
Příklad 5.5:

Vypočítejte okamžitou hodnotu střídavého napětí v čase $t=0,0075\text{s}$ při frekvenci 100Hz a $U_{ef}=100\text{V}$ a zakreslete jako vektor.

T5.5 R,L,C v obvodu střídavého proudu

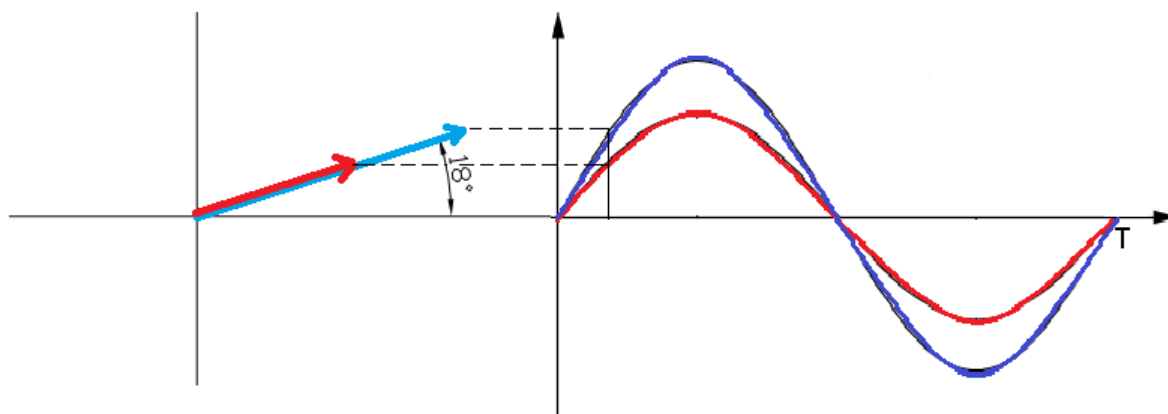
Rezistor-

Chování R v obvodu střídavého proudu



Příklad 5.6:

Vypočítejte okamžitou hodnotu proudu a napětí na rezistoru s $R=2\Omega$ připojeného na napětí $U_m=40V$ s frekvencí $50Hz$ v čase $t=0,001s$.

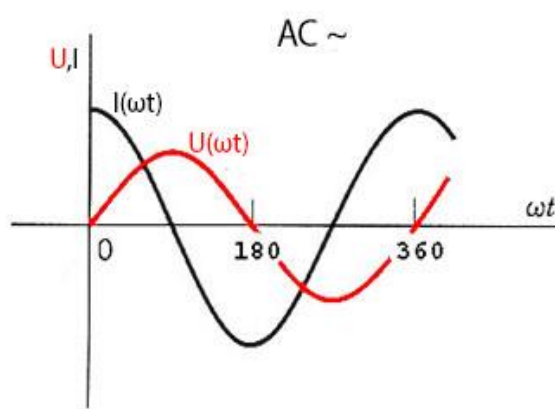
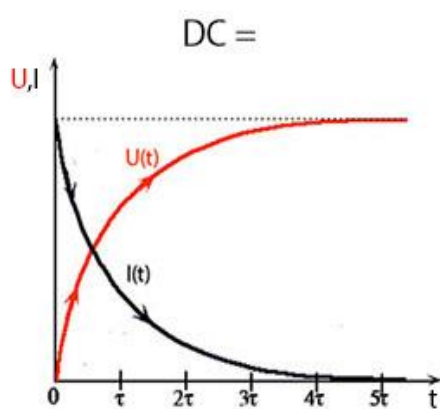


Příklad 5.7:

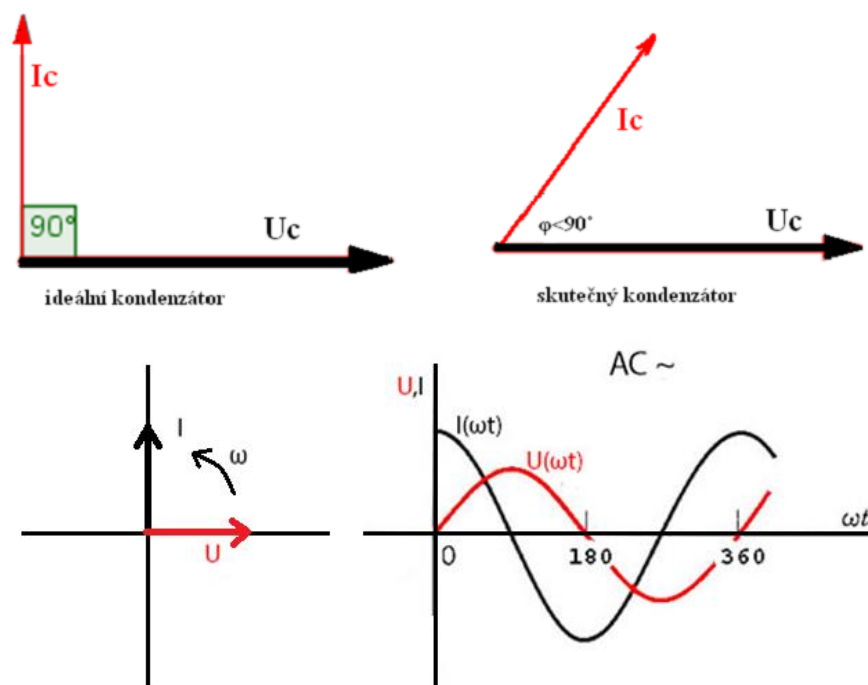
Vypočítejte okamžitou hodnotu proudu a napětí na rezistoru s $R=10\Omega$ připojeného na napětí $U_m=230V$ s frekvencí $50Hz$ v čase $t=0,01111s$. Pro zjištění hodnoty nakreslete fázorový diagram.

Kondenzátor –

Kondenzátor v obvodu střídavého proudu



Fázový posuv mezi napětím a proudem na kondenzátoru:



Střídavý proud v obvodu s kondenzátorem:

Pro ideální kondenzátor platí:

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

Pro skutečný kondenzátor platí:

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

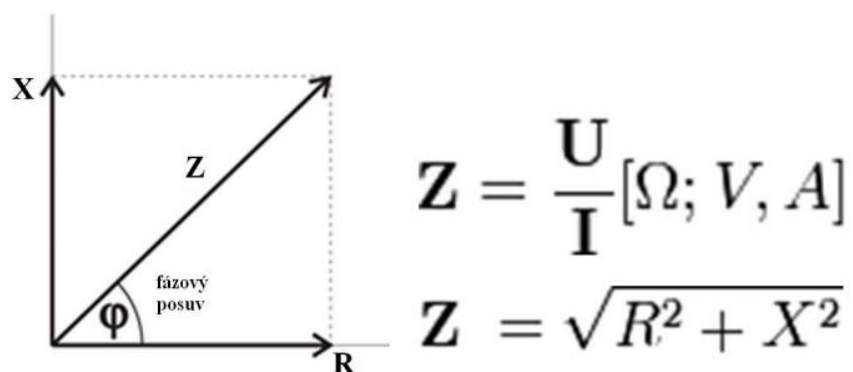
Kapacitní reaktance:

$$X_c = \frac{1}{\omega \cdot C} = \frac{1}{2\pi f \cdot C}$$

Impedance:

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$$

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



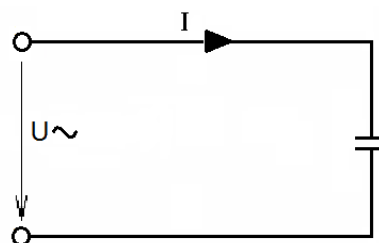
Fázový posuv –

Příklad 5.8:

Vypočítejte reaktanci kondenzátoru s kapacitou $C=1\text{mF}$, pokud je připojen na napětí 10V s frekvencí 1000Hz .

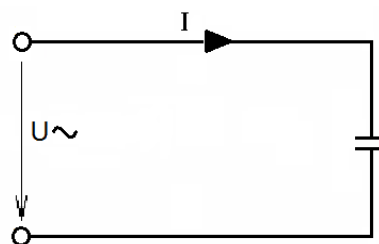
Příklad 5.9:

Vypočítejte proud v obvodu s kondenzátorem, který má kapacitu $C=0,01\text{mF}$ a je připojen na napětí $U=230\text{V}$ $f=5\text{Hz}$.



Příklad 5.10:

Vypočítejte proud v obvodu s kondenzátorem, který má kapacitu $C=0,01\text{mF}$ a je připojen na napětí $U=230\text{V}$ $f=50\text{Hz}$.

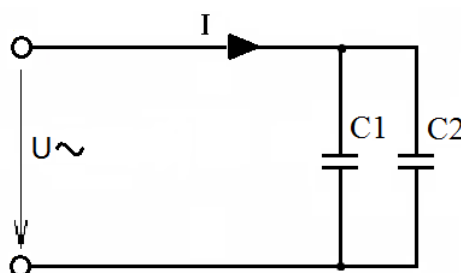


Příklad 5.11:

Vypočítejte frekvenci napětí pokud $U=100\text{V}$; $I=1\text{A}$ a $C=0,01\text{mF}$.

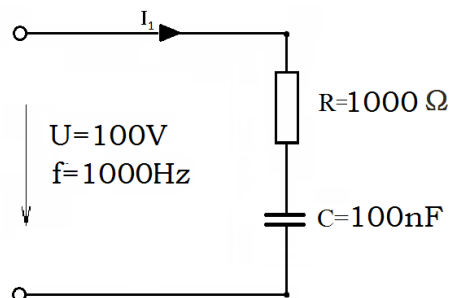
Příklad 5.12:

Vypočítejte proud v obvodu s kondenzátory, které mají kapacitu $C_{1,2}=0,01\text{mF}$ a jsou připojeny na napětí $U=230\text{V}$ $f=50\text{Hz}$.



Příklad 5.13:

Vypočítejte celkovou impedanci a proud v obvodu podle schématu:



Příklad 5.14:

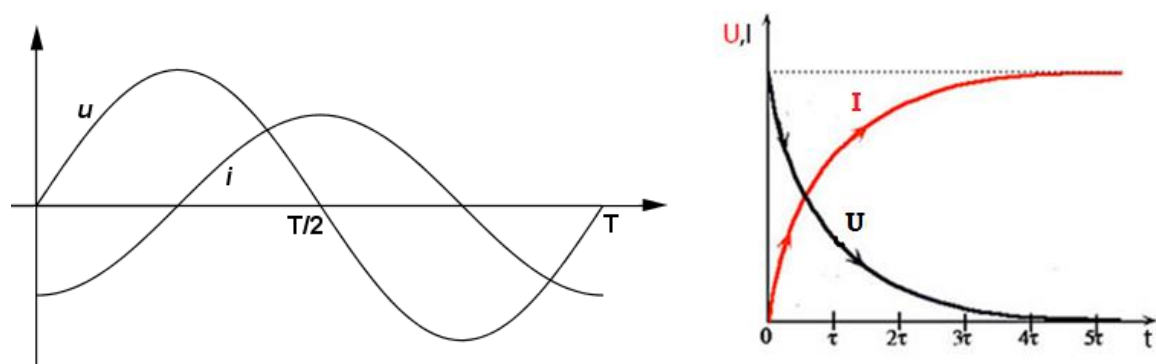
Nakreslete fázorový diagram veličin X, R, Z pro předcházející příklad:

Příklad 5.15:

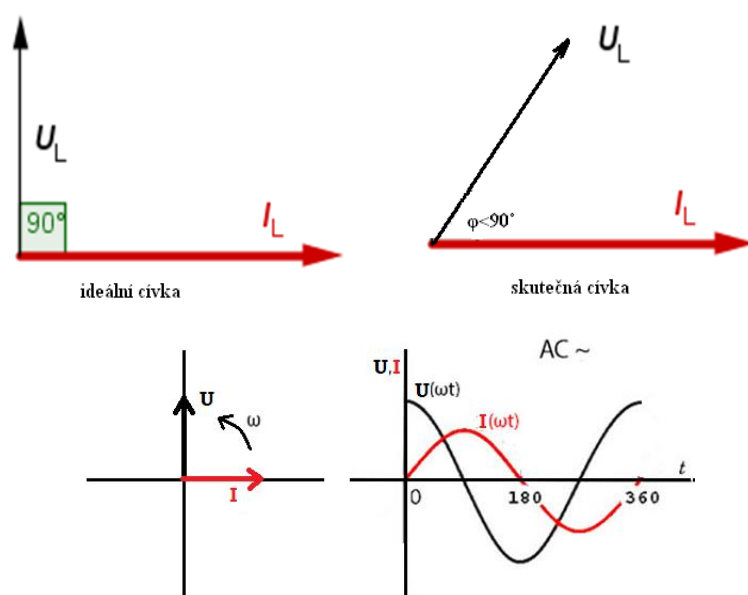
Vypočítejte napětí U_R na rezistoru a U_C na kondenzátoru, nakreslete fázorové diagramy pro oba prvky a celkový fázorový diagram obvodu.

Cívka –

Cívka v obvodu AC proudu –



Fázový posuv mezi napětím a proudem na cívce –



Střídavý proud v obvodu s cívkou –

Pro ideální cívku platí:

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

Pro skutečnou cívku platí:

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

Induktivní reaktance:

$$X_L = \omega L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L$$

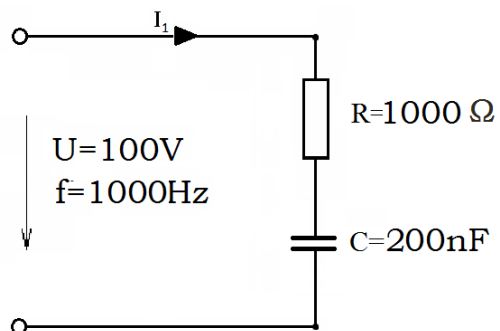
Impedance – Admittance:

Odpor – Vodivost:

Reaktance – Susceptance:

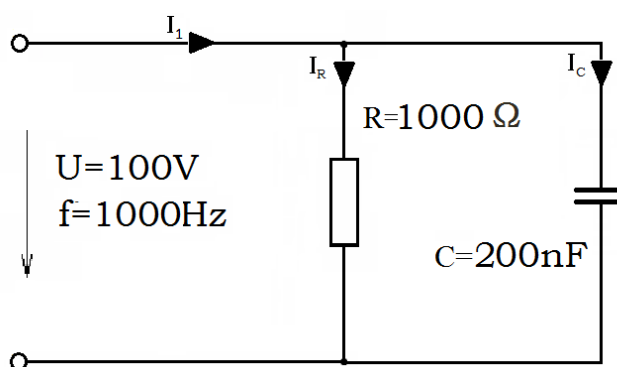
Příklad 5.16:

Vypočítejte celkovou impedanci a proud v obvodu:



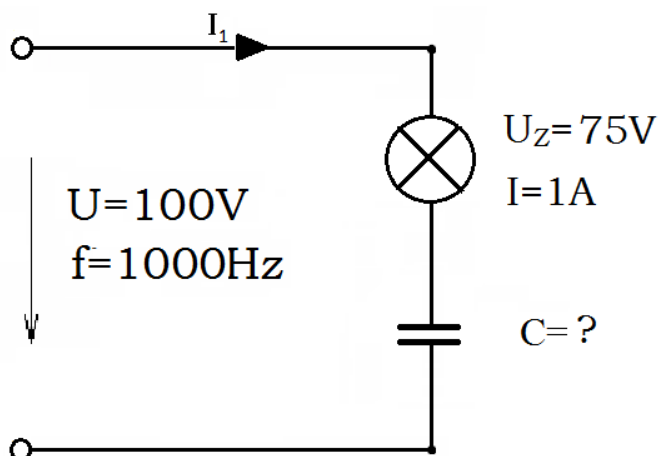
Příklad 5.17:

Vypočítejte celkový proud I_1 a proudy I_R a I_C :



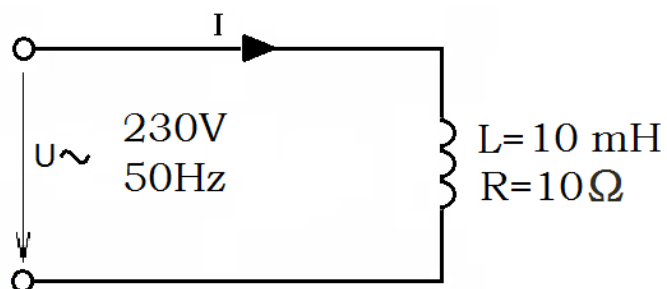
Příklad 5.18:

Vypočítejte kapacitu kondenzátoru, tak aby nebylo překročeno napětí na žárovce:



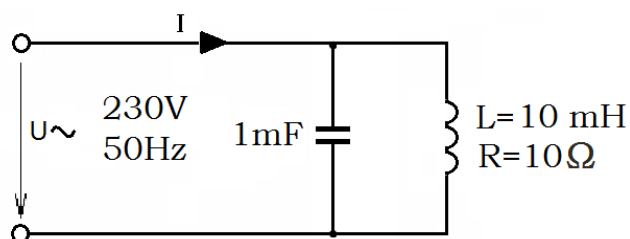
Příklad 5.19:

Vypočítejte proud procházející obvodem:



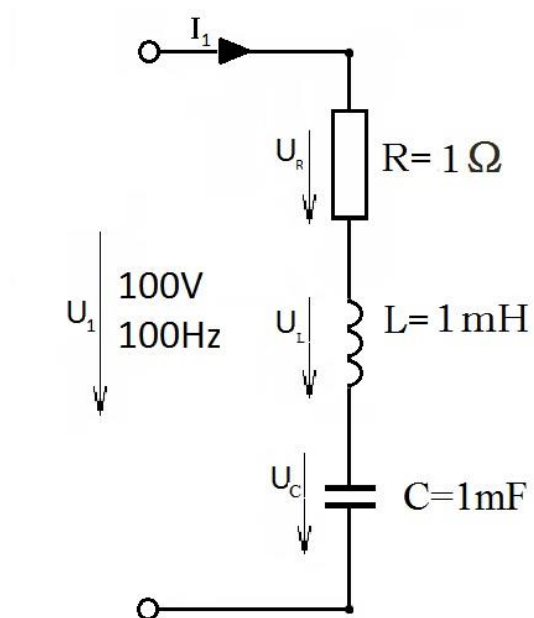
Příklad 5.20:

Zjistěte, jak se změní velikost proudu přidáním kondenzátoru do obvodu z předcházejícího případu:



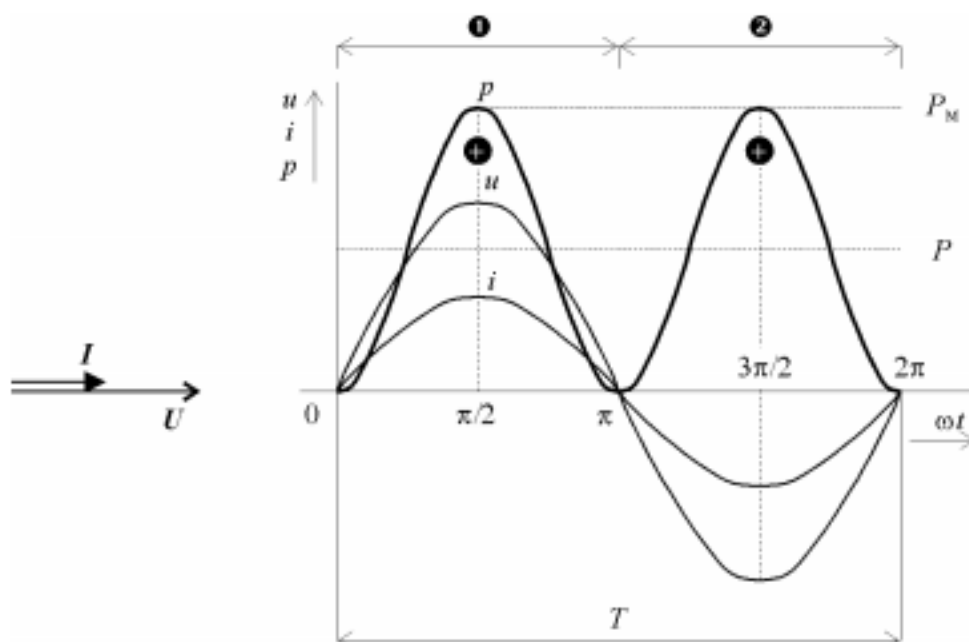
Příklad 5.21:

Vypočítejte I (A) a nakreslete fázorový diagram:

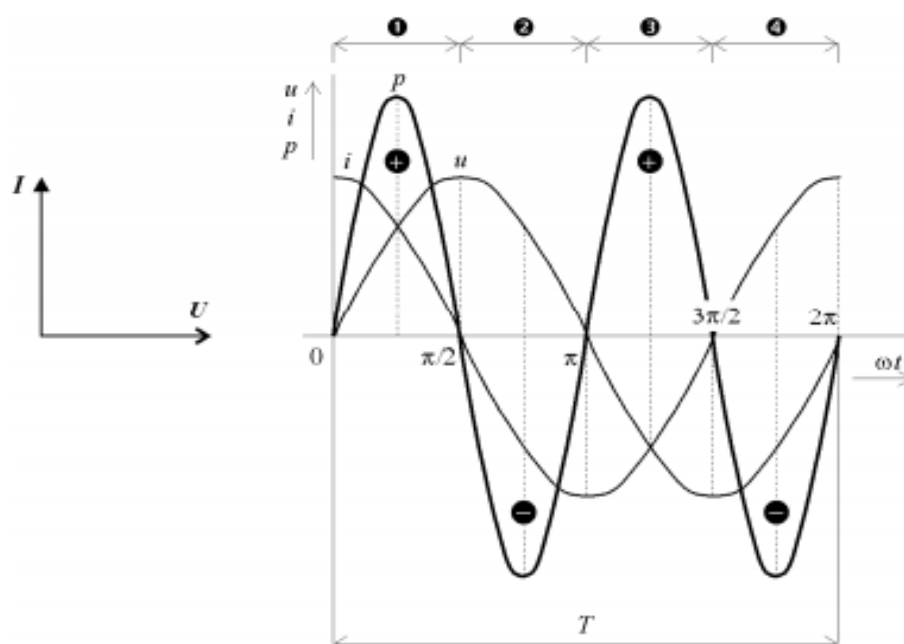


T5.7 Výkon a práce v obvodu AC proudu

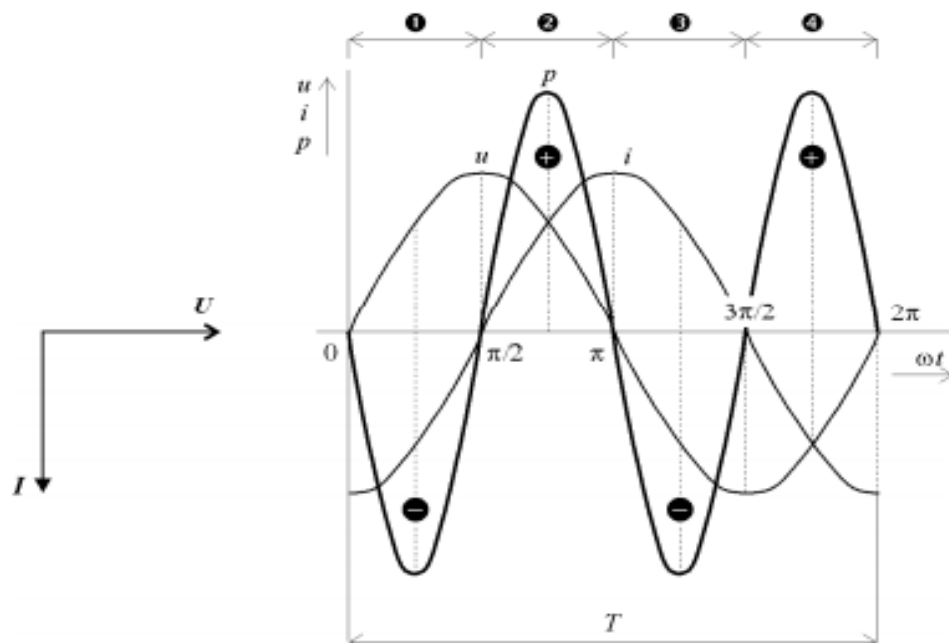
Výkon AC proudu na R:



Výkon AC proudu na C:



Výkon AC proudu na L:



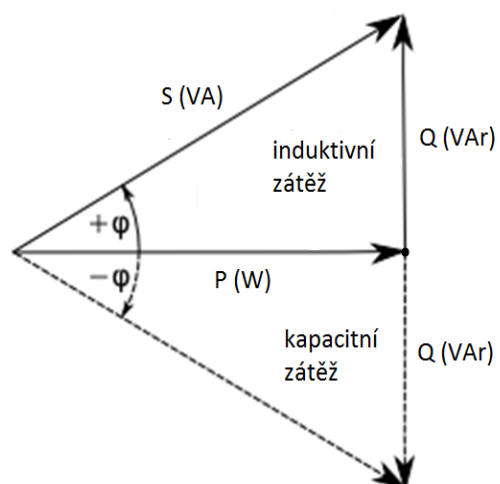
Druhy výkonů AC proudu:

Výkon zdánlivý –

Výkon činný –

Výkon jalový –

Účinník $\cos \varphi$:



Příklad 5.22:

Vinutí cívky transformátoru má indukčnost 10mH odpor vinutí je 2Ω. Vypočítejte následující veličiny:

$$X_L =$$

$$Z =$$

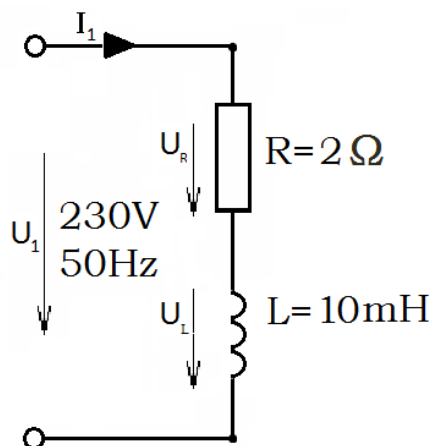
$$\cos\varphi =$$

$$I =$$

$$P =$$

$$S =$$

$$Q =$$



Příklad 5.23:

Elektromotor s příkonem $P=2000\text{W}$ při účinníku $\cos\varphi = 0,8$ je připojen na napětí 400V. Vypočítejte velikost proudu procházejícího vinutím motoru.

Příklad 5.24:

Elektromotor je připojen na napětí $U=48\text{V}$ s frekvencí 50Hz, vinutí má činný odpor $R=18\Omega$ a protéká jím proud $I=1,5\text{A}$. Vypočítejte:

$$Z =$$

$$X_L =$$

$$L =$$

$$\cos\varphi =$$

$$P =$$

$$S =$$

$$Q =$$

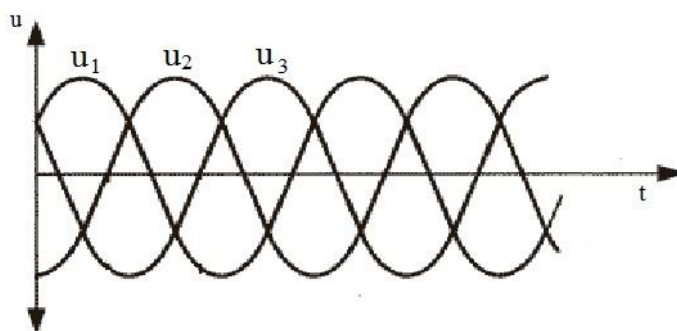
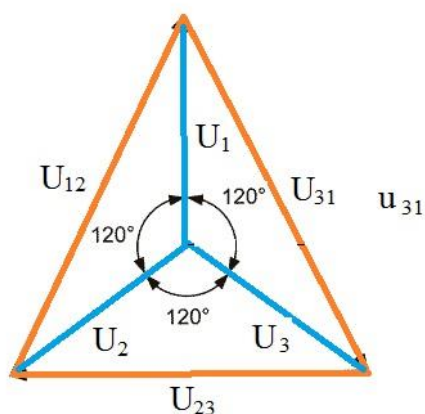
T5.8 Trojfázové napětí

Trojfázové napětí - vzniká v 3f generátoru jehož statorové cívky jsou natočeny o 120°

($3 \times 120 = 360^\circ$) tzn. jednotlivá napětí jsou také posunuta navzájem o 120° elektrických.

V trojfázové soustavě rozlišujeme dva druhy napětí:

- 1) Napětí fázové
- 2) Napětí sdružené

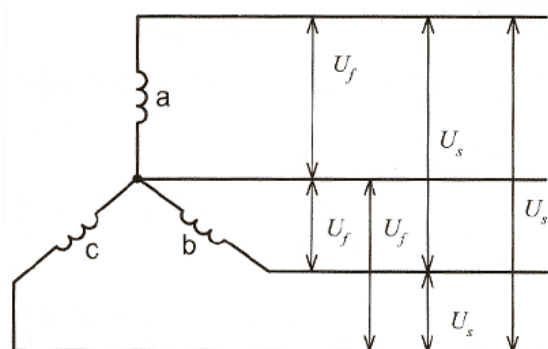


$$U_f = \frac{U_s}{\sqrt{3}}$$

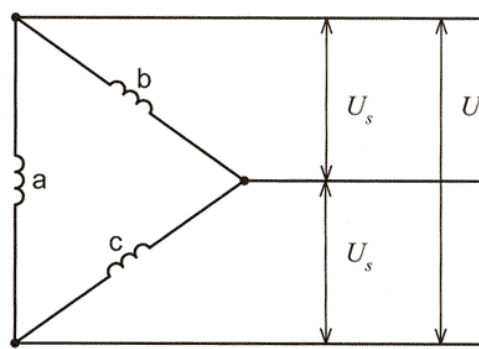
Sdružená hodnota proudu: $I_s = I_f \cdot \sqrt{3}$

Zapojení:

HVĚZDA



TROJÚHELNÍK



Příklad 5.25:

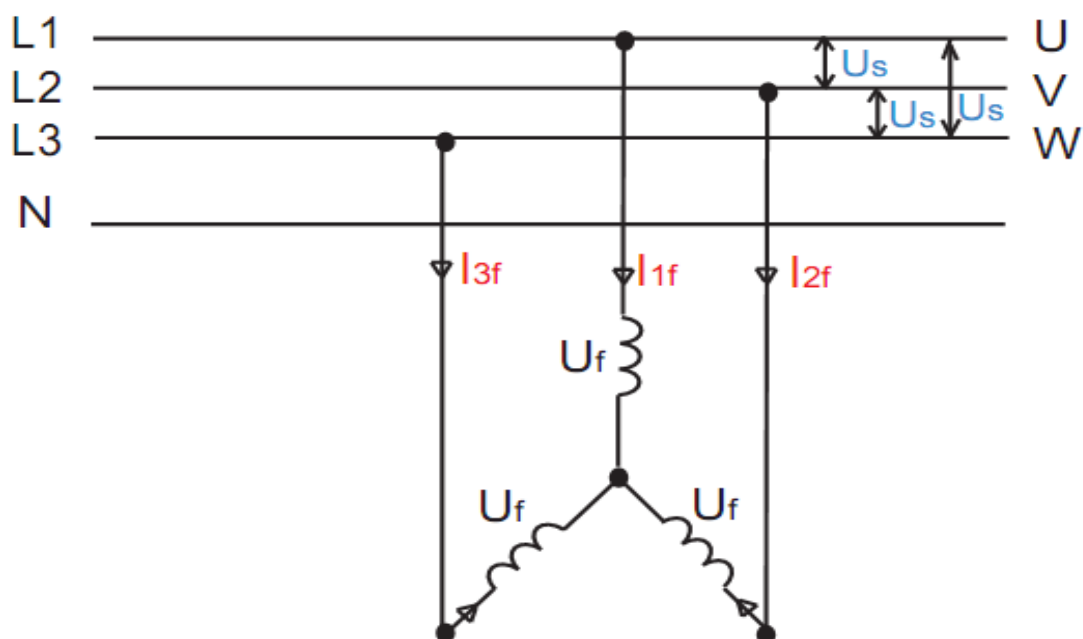
Vypočítejte hodnotu sdruženého napětí, pokud fázové napětí $U_f = 230V$:

Příklad 5.26:

Vypočítejte maximální hodnotu fázového napětí, pokud sdružené napětí má hodnotu 690V:

T5.9 Výkon a práce v trojfázové soustavě

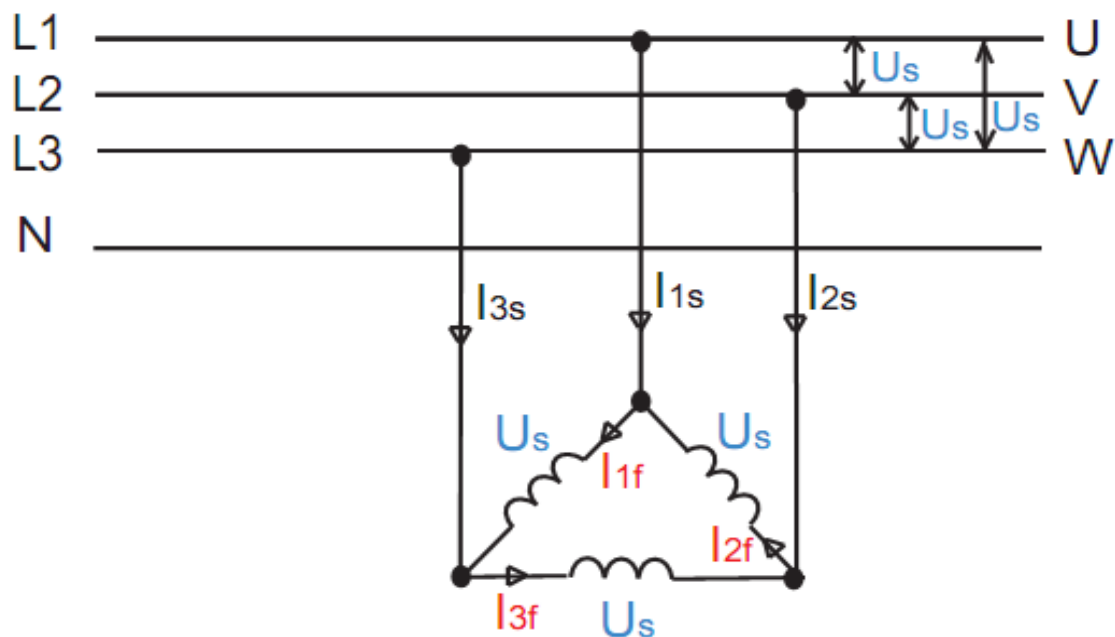
Elektrický výkon trojfázové soustavy při zapojení do hvězdy:



Pro souměrnou zátěž platí:

- ⊙ $S = 3 \cdot U_f \cdot I_f = \sqrt{3} \cdot U_s \cdot I_f$
- ⊙ $P = 3 \cdot U_f \cdot I_f \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot U_s \cdot I_f \cdot \cos \varphi$
- ⊙ $Q = 3 \cdot U_f \cdot I_f \cdot \sin \varphi = \sqrt{3} \cdot U_s \cdot I_f \cdot \sin \varphi$

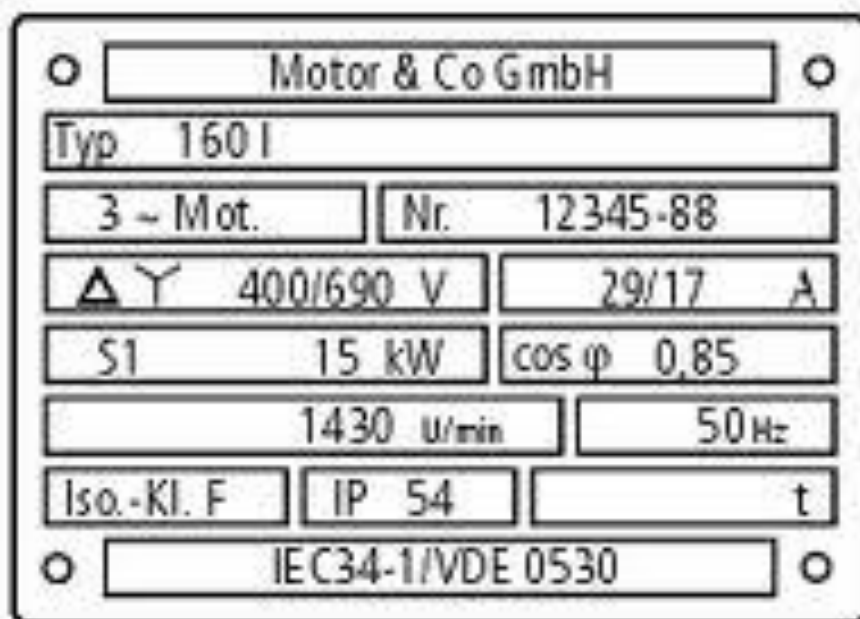
Elektrický výkon trojfázové soustavy při zapojení do trojúhelníka:



Pro souměrnou zátěž platí:

- $S = 3 \cdot U_s \cdot I_f = \sqrt{3} \cdot U_s \cdot I_s$
- $P = 3 \cdot U_s \cdot I_f \cdot \cos \phi = \sqrt{3} \cdot U_s \cdot I_s \cdot \cos \phi$
- $Q = 3 \cdot U_s \cdot I_f \cdot \sin \phi = \sqrt{3} \cdot U_s \cdot I_s \cdot \sin \phi$

Příklad štítku elektrického stroje:



Příklad 5.27:

Vypočítejte příkon stroje (činný výkon sítě) podle štítku při zapojení do trojúhelníku:

výrobce			
typ AD 60			
D - Motor		Nr. 2080	
Δ400	V	166	A
90 kW S3		cos φ 0,89	
1460		/min	50 Hz
Izol.- Kl.B	IP 44	0,6	t
VDE 0530 / 11.95			

Příklad 5.28:

Vypočítejte účinnost motoru z předcházejícího příkladu:

Příklad 5.29:

Vypočítejte impedanci, reaktanci a činný odpor cívek motoru z předcházejícího příkladu:

$$(\cos \varphi = \frac{R}{Z})$$

Příklad 5.30:

Vypočítejte indukčnost cívek motoru z předcházejícího příkladu: