

HARMONICKÝ USTÁLENÝ STAV (HUS)

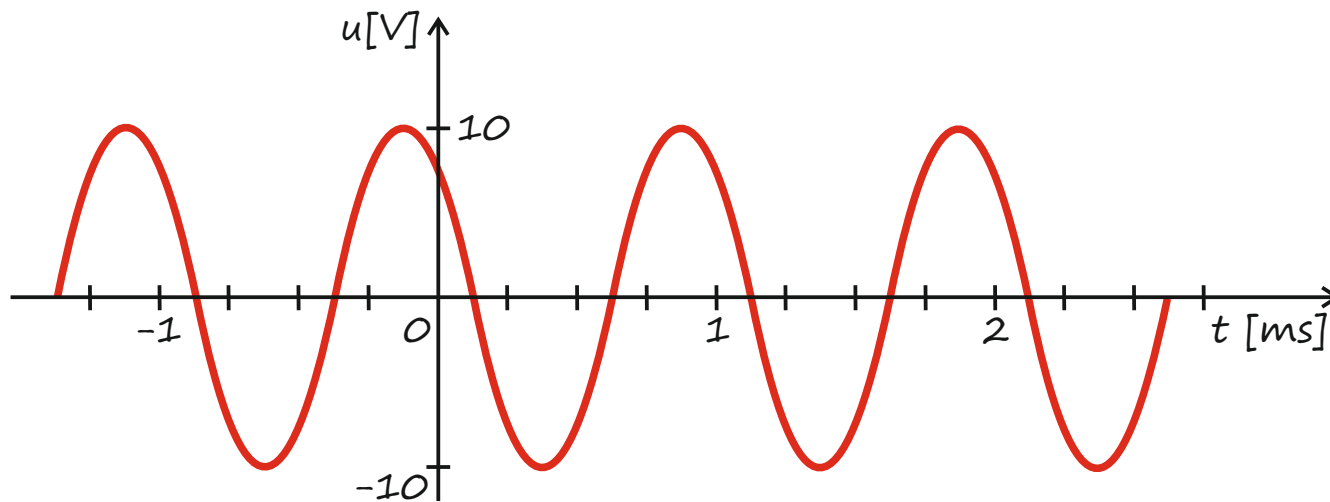
1.) Máme zadaný harmonický signál s těmito parametry: $U_M=10V$, $f=1kHz$ a $\varphi=45^\circ$.

Vypočítejte:

- periodu opakování,
- okamžité hodnoty napětí $u(t)$ v časech $t_1=0,5\text{ ms}$, $t_2=0,875\text{ ms}$ a $t_3=2,125\text{ ms}$,
- efektivní hodnotu napětí U_{ef} ,
- střední hodnotu napětí U_s ,
- střední hodnotu kladné půlvlny $U_{s/2}$.

Vypočtené hodnoty porovnejte s harmonickým průběhem na obrázku a posud'te jejich správnost.

$$u(t)=10 \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot 1000 \cdot t + 45^\circ)$$



$$u(t)=U_M \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t + \varphi)$$

$$U_{ef}=\frac{U_M}{\sqrt{2}}$$

*pozn.: platí jen pro harmonický signál

$$U_s=\frac{1}{T} \int_0^T u(t) dt$$

$$U_{s/2}=\frac{2}{\pi} U_M$$

*pozn.: platí jen pro harmonický signál

HARMONICKÝ USTÁLENÝ STAV (HUS)

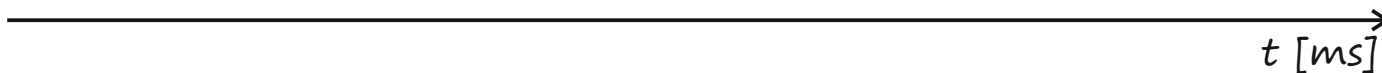
2.) Nakreslete časový průběh signálu s parametry: $U_e=230V$, $f=50Hz$ a $\phi=180^\circ$. Okótuje hodnoty na svislé i vodorovné ose.

Vypočítejte:

- a) periodu opakování,
- b) okamžité hodnoty napětí $u(t)$ v časech $t_1=0\text{ ms}$, $t_2=10\text{ ms}$ a $t_3=25\text{ ms}$,
- c) maximální hodnotu U_M ,
- d) střední hodnotu napětí U_S .

Vypočtené hodnoty porovnejte s harmonickým průběhem na obrázku a posud'te jejich správnost.

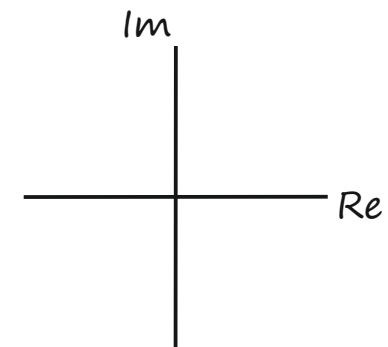
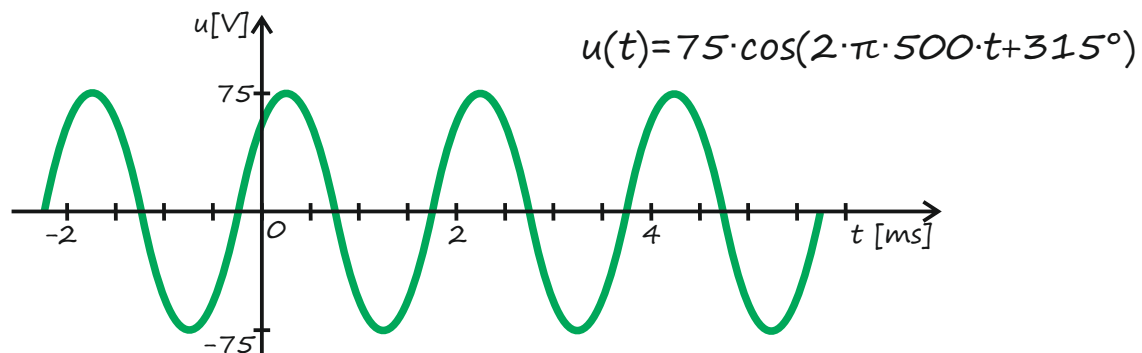
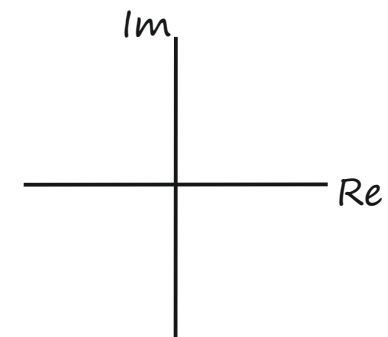
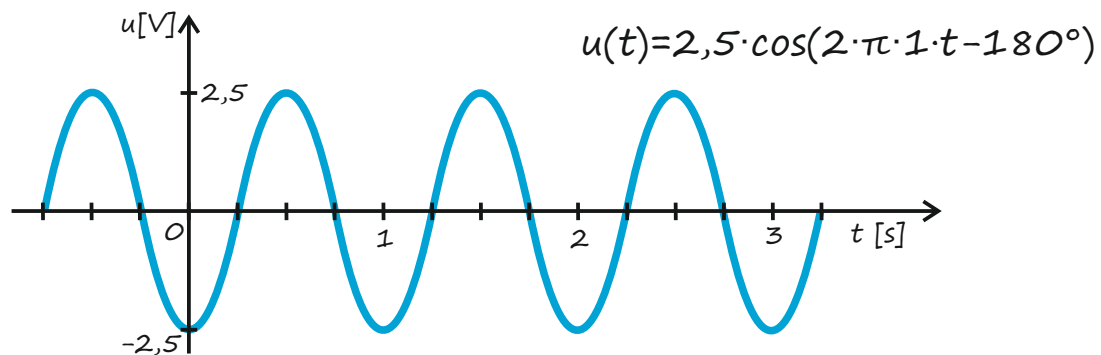
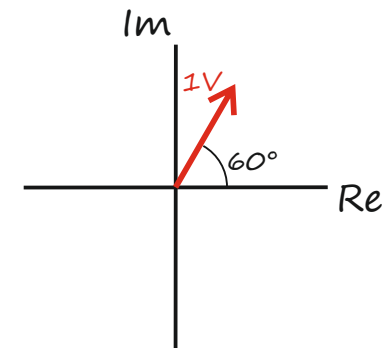
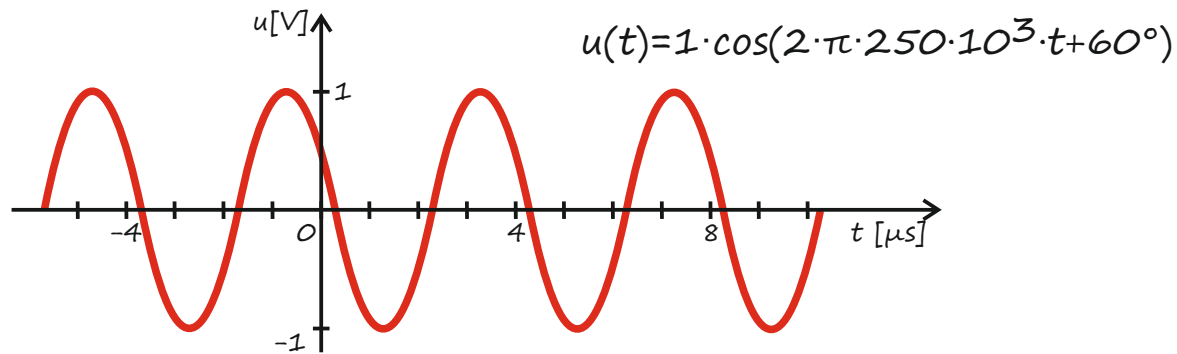
$$u(t)=U_M \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t + \varphi)$$



HARMONICKÝ USTÁLENÝ STAV (HUS)

3.) Zadané signály znázorněte pomocí fázorového diagramu.

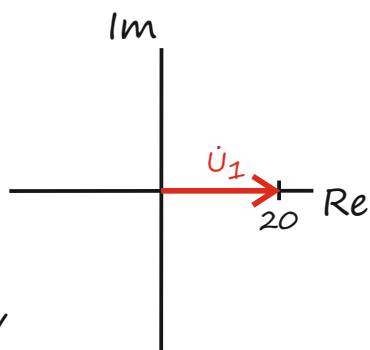
$$u(t) = U_M \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t + \varphi)$$



HARMONICKÝ USTÁLENÝ STAV (HUS)

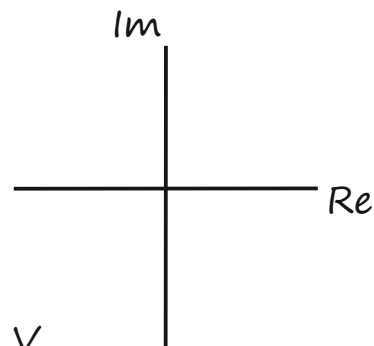
4.) Znázorněte následující veličiny pomocí fázorového diagramu:

a)



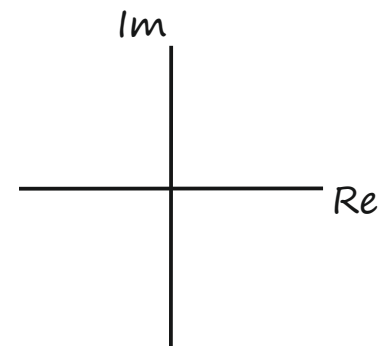
$$\dot{U}_1 = 20 \angle 0^\circ \text{ V}$$

d)



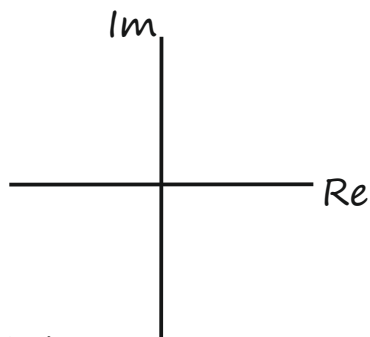
$$\dot{U}_4 = (-5 + j10) \text{ V}$$

g)



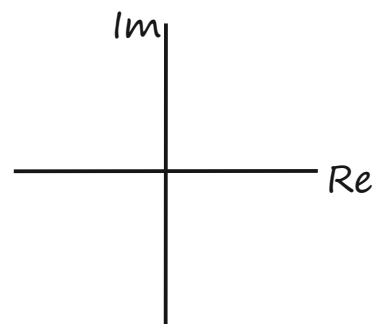
$$\dot{U}_7 = -10 \text{ V}$$

b)



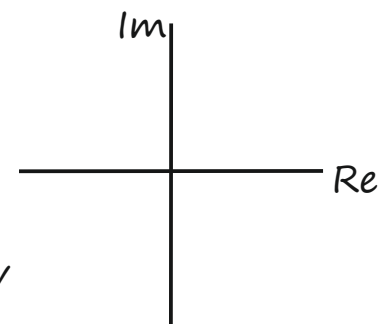
$$\dot{I}_2 = 1,3 \angle 225^\circ \text{ A}$$

e)



$$\dot{I}_5 = -j2 \text{ A}$$

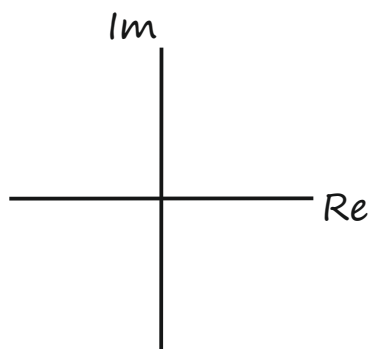
h)



$$\dot{U}_8 = 3 \angle 45^\circ \text{ V}$$

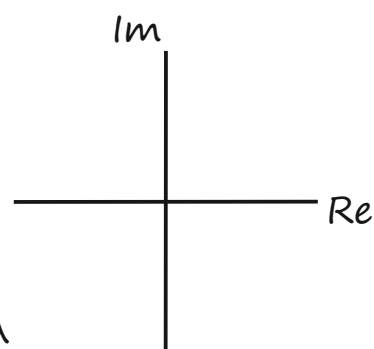
$$\dot{U}_9 = 3 \angle -45^\circ \text{ V}$$

c)



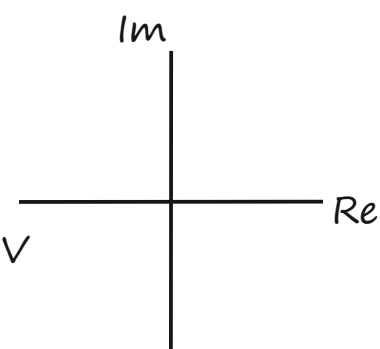
$$\dot{U}_3 = (2 + j3) \text{ V}$$

f)



$$\dot{I}_6 = 2 \angle -90^\circ \text{ A}$$

i)



$$\dot{U}_x = 10 \angle 90^\circ \text{ V}$$

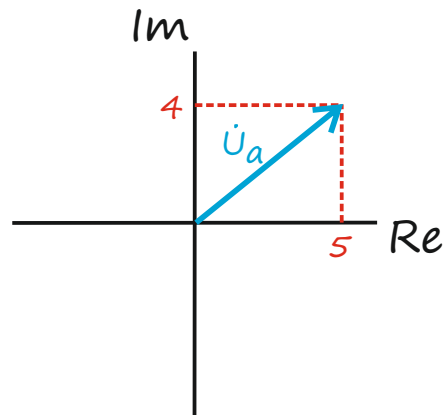
$$\dot{I}_x = 2 \angle 0^\circ \text{ A}$$

HARMONICKÝ USTÁLENÝ STAV (HUS) - POČÍTÁNÍ S KOMPLEXNÍMI ČÍSLY

5.) Převed'te komplexní čísla ze složkového do exponenciálního tvaru a znázorněte ve fázorovém diagramu:

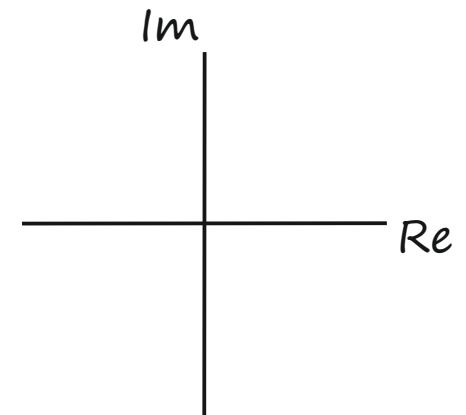
a)

$$\dot{U}_a = (5+j4) \text{ V} = \sqrt{5^2+4^2} \left[\arctg\left(\frac{4}{5}\right) \right] = \sqrt{25+16} \left[38^\circ 39' \right] = \sqrt{41} \left[38^\circ 39' \right] = \underline{\underline{6,4 \left[38^\circ 39' \right] \text{ V}}}$$



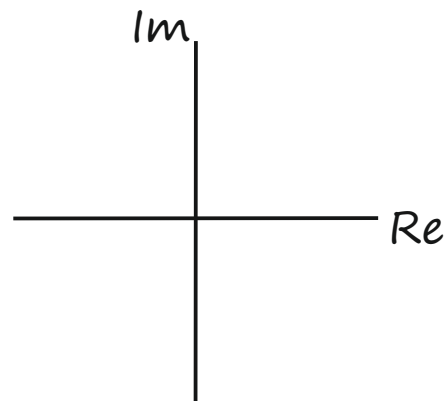
c)

$$\dot{U}_c = (-5+j10) \text{ V}$$



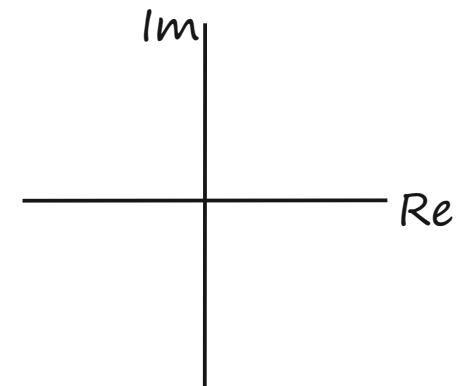
b)

$$\dot{U}_b = (4-j) \text{ V}$$



d)

$$\dot{U}_d = (-1+j3) \text{ V}$$

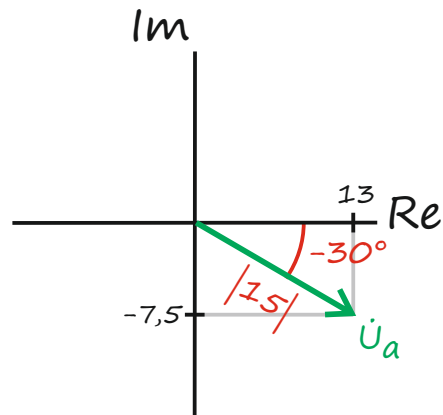


HARMONICKÝ USTÁLENÝ STAV (HUS) - POČÍTÁNÍ S KOMPLEXNÍMI ČÍSLY

6.) Převed'te komplexní čísla z exponenciálního do složkového tvaru a znázorněte ve fázorovém diagramu:

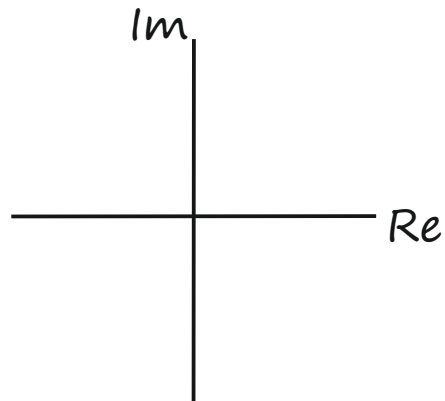
a)

$$\dot{U}_a = 15 \angle -30^\circ \text{ V} = 15 \cdot \cos(-30^\circ) + j15 \cdot \sin(-30^\circ) = 15 \cdot 0,866 + j15 \cdot (-0,5) = \underline{\underline{(13 - j7,5) \text{ V}}}$$



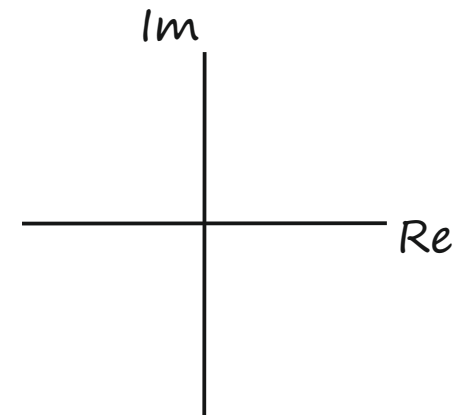
b)

$$\dot{U}_b = 4 \angle 140^\circ \text{ V}$$



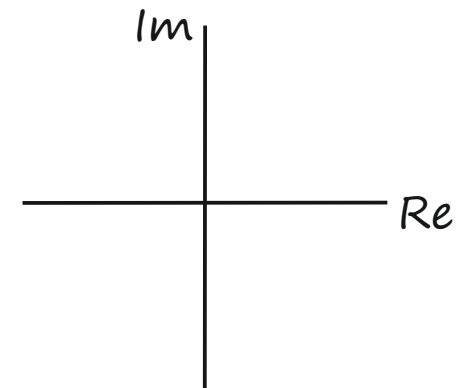
c)

$$\dot{U}_c = 3 \angle 90^\circ \text{ V}$$



d)

$$\dot{U}_d = 8 \angle 225^\circ \text{ V}$$



HARMONICKÝ USTÁLENÝ STAV (HUS) - POČÍTÁNÍ S KOMPLEXNÍMI ČÍSLY

7.) Vypočítejte:

$$\dot{U}_1 = 15 \angle -30^\circ \cdot 24 \angle 150^\circ = 15 \cdot 24 \angle -30^\circ + 150^\circ = 360 \angle 120^\circ \text{ V}$$

$$\dot{U}_2 = 4 \angle 40^\circ \cdot 8 \angle 20^\circ =$$

$$\dot{U}_3 = 7 \angle -40^\circ \cdot 18 \angle -50^\circ =$$

$$\dot{U}_4 = 1 \angle 125^\circ \cdot 1 \angle 270^\circ =$$

$$\dot{U}_5 = \frac{9 \angle 135^\circ}{3 \angle 35^\circ} = \frac{9}{3} \angle 135^\circ - 35^\circ = 3 \angle 100^\circ \text{ V}$$

$$\dot{U}_6 = \frac{12 \angle 25^\circ}{2,5 \angle 15^\circ} =$$

$$\dot{U}_7 = \frac{4 \angle -95^\circ}{16 \angle -15^\circ} =$$

$$\dot{U}_8 = \frac{81 \angle -25^\circ}{9 \angle 85^\circ} =$$

$$\dot{U}_9 = (4-j) + (5+j3) = 4+5 + j(-1+3) = (9+j2) \text{ V}$$

$$\dot{U}_{10} = (10+j10) + (7+j2) =$$

$$\dot{U}_{11} = j6 + (2-j6) =$$

$$\dot{U}_{12} = (-3-j3) + (3-j3) =$$

$$\dot{U}_{13} = (4+2j) - (2+j) = 4-2 + j(2-1) = (2+j) \text{ V}$$

$$\dot{U}_{14} = (18-j4) + (1+j) =$$

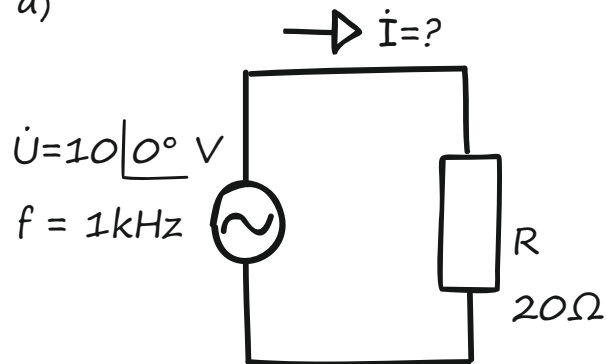
$$\dot{U}_{15} = (-3-j3) - (3-j3) =$$

$$\dot{U}_{16} = 19 - (13-j6) =$$

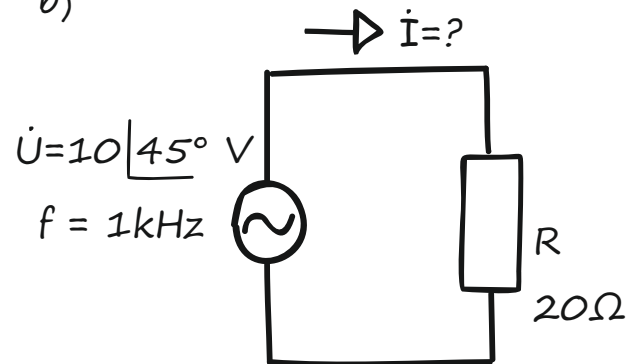
HARMONICKÝ USTÁLENÝ STAV (HUS) - OHMŮV ZÁKON

8.) Vypočítejte proud protékající obvodem. Do fázorového diagramu zakreslete společně fázor napětí a proudu.

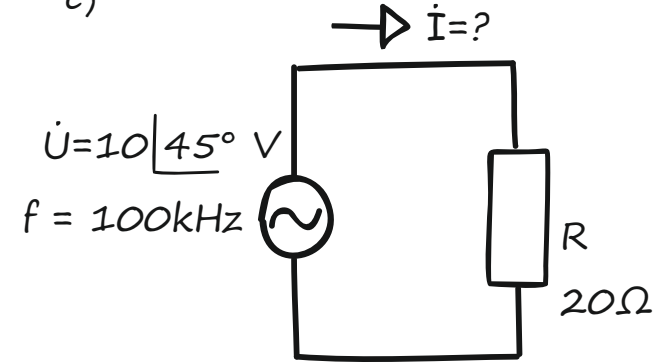
a)



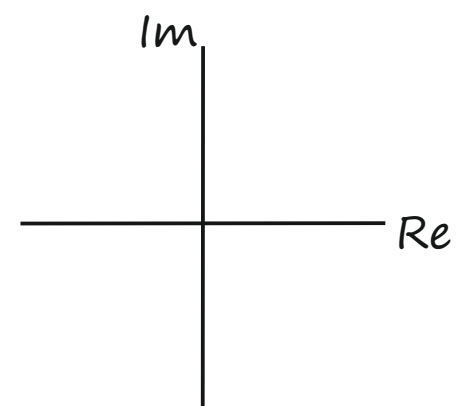
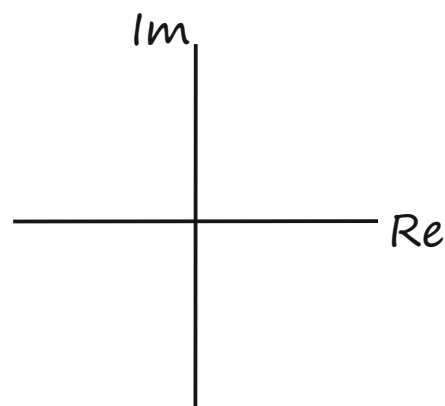
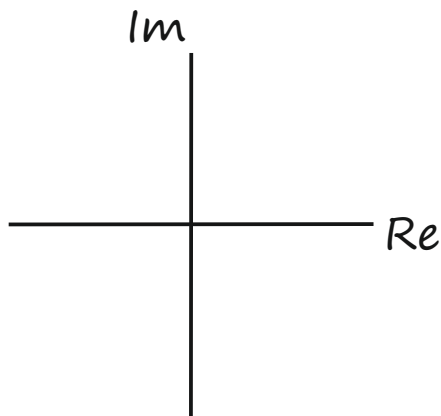
b)



c)



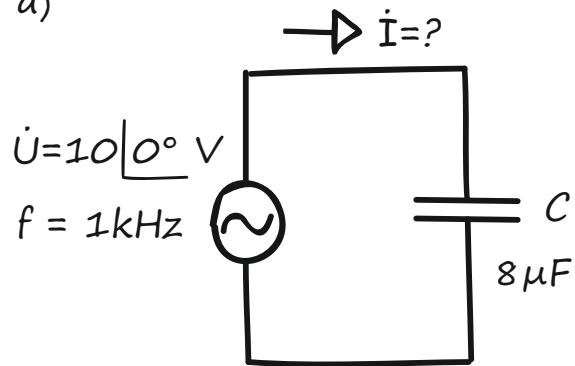
$$\dot{I} = \frac{\dot{U}}{\dot{Z}} =$$



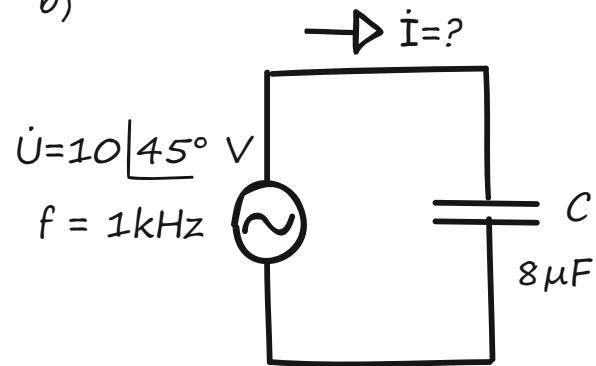
HARMONICKÝ USTÁLENÝ STAV (HUS) - OHMŮV ZÁKON

9.) Vypočítejte proud protékající obvodem. Do fázorového diagramu zakreslete společně fázor napětí a proudu.

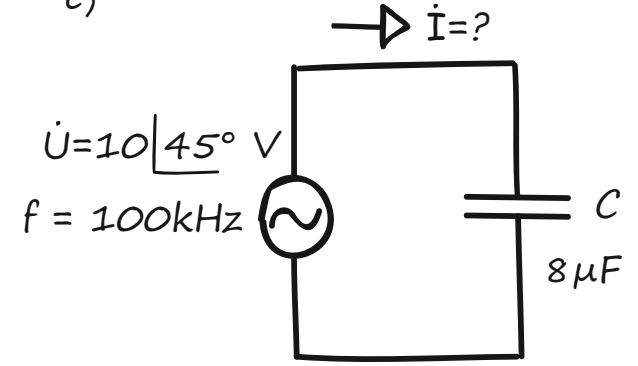
a)



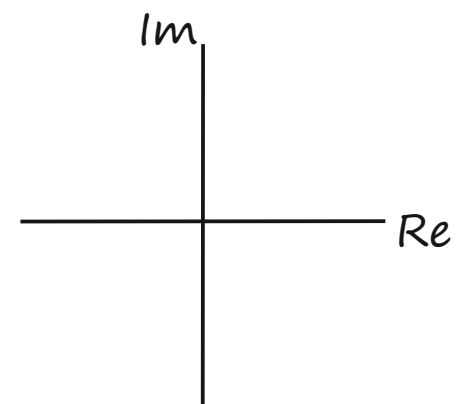
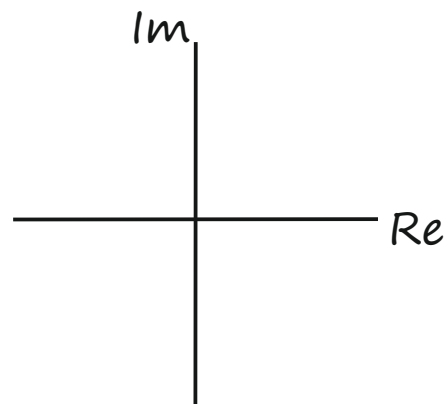
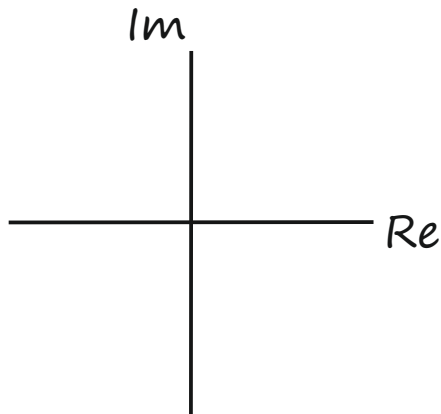
b)



c)



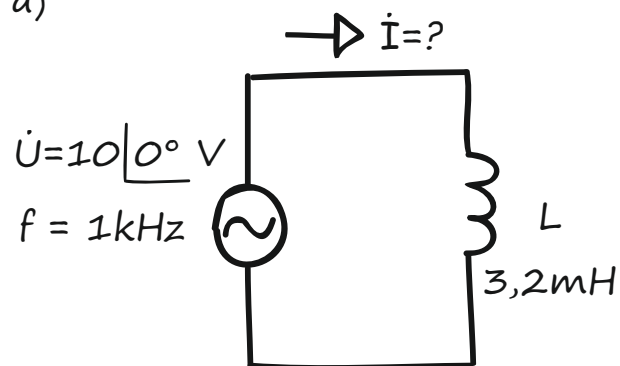
$$\dot{I} = \frac{\dot{U}}{\dot{Z}} =$$



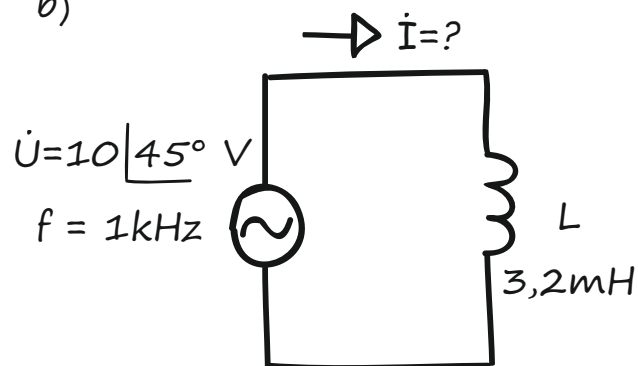
HARMONICKÝ USTÁLENÝ STAV (HUS) - OHMŮV ZÁKON

10.) Vypočítejte proud protékající obvodem. Do fázorového diagramu zakreslete společně fázor napětí a proudu. Porovnejte s výsledky předchozího příkladu.

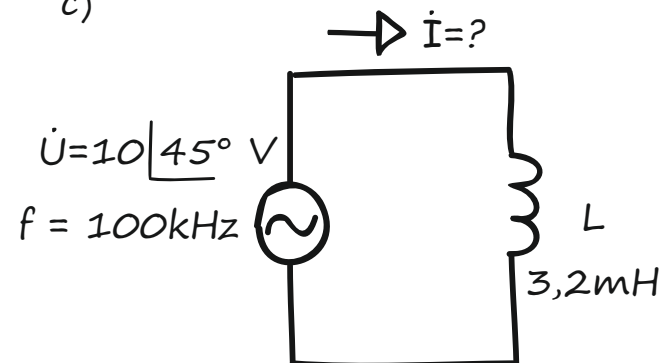
a)



b)



c)



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

