

Určeno pro posluchače bakalářských studijních programů FS

7. VÝKONOVÁ ELEKTRONIKA

Příklad 7.1:

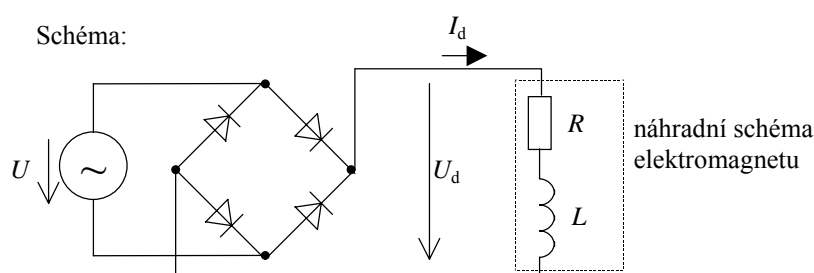
Elektromagnet s odporem R a indukčností L je napájen z dvoupulsního jednofázového diodového usměrňovače. Úbytky napětí zanedbejte.

Zadané hodnoty: $U = 230 \text{ V}$,
 $R = 40 \text{ } \Omega$,
 $L = 0,6 \text{ H}$.

Určete střední hodnotu proudu elektromagnetem I_d .

Řešení:

Schéma:



Protože obvod je napájen stejnosměrným (i když zvlněným) napětím a pracuje v ustáleném stavu, indukčnost elektromagnetu se nám neuplatní.

Pro střední hodnotu napětí na výstupu dvoupulsního usměrňovače platí:

$$U_d = U \cdot \frac{\sqrt{2}}{\pi/2} = 0,9 \cdot U = 0,9 \cdot 230 = 207,2 \text{ V}$$

Pro střední hodnotu proudu potom platí:

$$I_d = \frac{U_d}{R} = \frac{207,2}{40} = 5,18 \text{ A}$$

Příklad 7.2:

Jednofázový dvoupulsní řízený usměrňovač napájený ze sítě s napětím U_1 napájí stejnosměrný motor. Pracuje v režimu spojitých proudů.

Vypočítejte napětí na motoru U_d při různých řídicích úhlech.

Zadané hodnoty:

$$U = 230 \text{ V}, \alpha_1 = 0^\circ,$$

$$\alpha_2 = 20^\circ, \alpha_3 = 40^\circ.$$

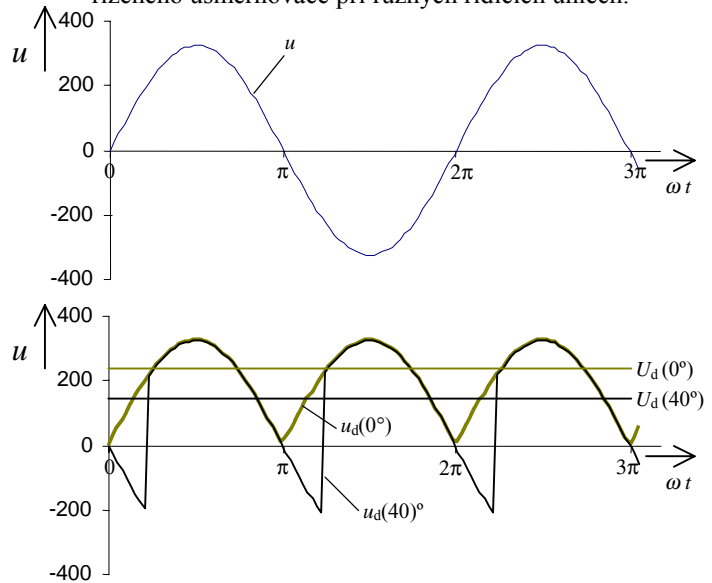
$$\text{Určit: } U_d(\alpha_1), U_d(\alpha_2), U_d(\alpha_3)$$

Řešení:

Na obrázku jsou pro názornost uvedeny průběhy vstupního a výstupního napětí usměrňovače.

Při nulovém řídicím úhlu bude mít výstupní napětí stejný průběh (tím i střední hodnotu) jako u neřízeného usměrňovače.

Průběhy vstupního a výstupního napětí dvoupulsního fázově řízeného usměrňovače při různých řídicích úhlech.



pro $\alpha_1 = 0^\circ$:

$$U_d(0) = \frac{2 \cdot \sqrt{2}}{\pi} \cdot U = 0,9 \cdot 230 = 207 \text{ V}$$

Bude-li řídicí úhel větší než nula, bude platit v režimu spojitých proudů pro všechny fázově řízené usměrňovače:

$$U_d(\alpha) = U_d(0) \cdot \cos(\alpha)$$

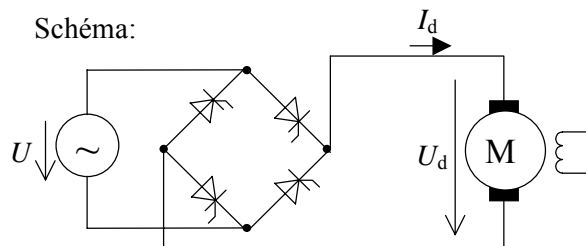
pro $\alpha_2 = 20^\circ$:

$$U_d(20^\circ) = U_d(0) \cdot \cos(20^\circ) = 194,5 \text{ V}$$

pro $\alpha_3 = 40^\circ$:

$$U_d(40^\circ) = U_d(0) \cdot \cos(40^\circ) = 158,6 \text{ V}$$

Schéma:



Příklad 7.3:

Trojfázový fázově řízený šestipulsní usměrňovač napájený ze sítě se sdruženým napětím U_s napájí stejnosměrný motor. Usměrňovač pracuje v režimu spojitých proudů, úbytky napětí zanedbáme. Vypočítejte napětí na motoru, U_d při různých řídicích úhlech α .

Zadané hodnoty: $U_s = 400 \text{ V}$
 $\alpha_1 = 0^\circ$,
 $\alpha_2 = 30^\circ$

Určit: $U_{2AV}(0^\circ)$
 $U_{2AV}(30^\circ)$

Řešení:

Pro názornost jsou průběhy napájecích napětí usměrňovače a výstupních napětí pro obě hodnoty řídicího úhlu jsou zobrazeny na obrázku.

Pro hodnotu řídicího úhlu $\alpha_1 = 0^\circ$ je výstupní napětí usměrňovače stejné jako u neřízeného usměrňovače.

Pro neřízený trojfázový můstkový (tedy šestipulsní) usměrňovač platí:

$$U_d(0^\circ) = \frac{3 \cdot \sqrt{3}}{\pi} \cdot U_s = 1,35 \cdot U_s$$

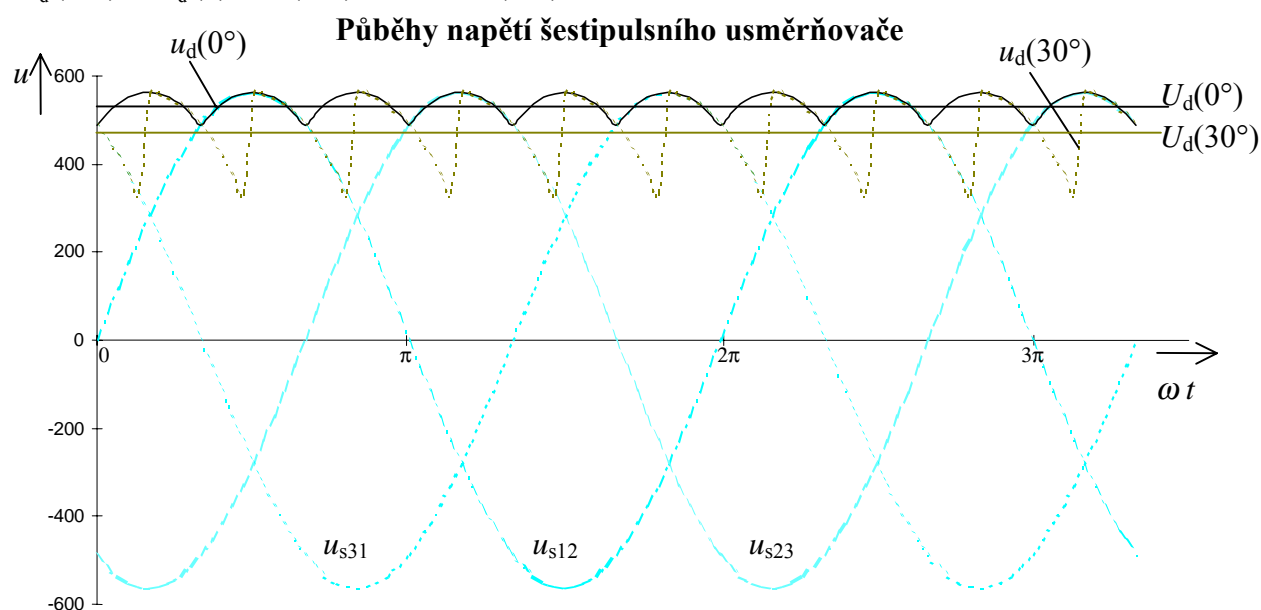
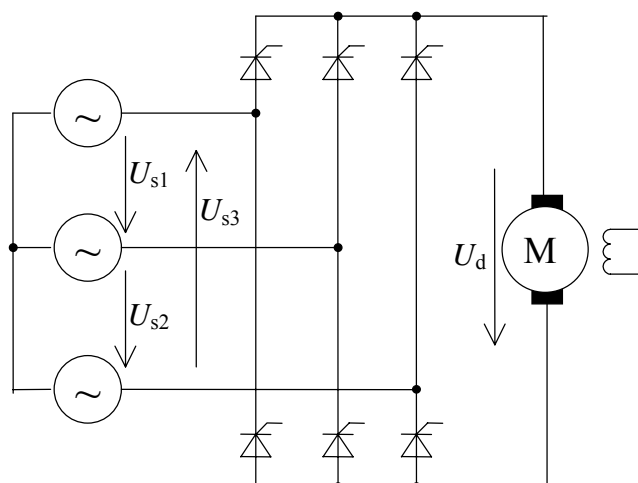
Kde U je efektivní hodnota fázového napájecího napětí. Střední hodnota usměrněného napětí při $\alpha_1 = 0^\circ$ tedy bude:

$$U_d(0) = 1,35 \cdot 400 = 540 \text{ V}$$

Při nenulovém řídicím úhlu, v režimu spjitých proudů platí:

$$U_d(30^\circ) = U_d(0) \cdot \cos(30^\circ) = 540 \cdot \cos(30^\circ) = 467,7 \text{ V}$$

Schéma:



Příklad 7.4:

Žárovka je napájena ze sítě s napětím U_1 přes fázově řízený stmívač. Vypočítejte efektivní hodnotu napětí na žárovce při různých řídicích úhlech α .

Zadané hodnoty: $U_1 = 230 \text{ V}$, $\alpha_1 = 0^\circ$
 $\alpha_2 = 50^\circ$, $\alpha_3 = 100^\circ$

Určit: $U_2(\alpha_1)$, $U_2(\alpha_2)$, $U_2(\alpha_3)$

Řešení:

Pro výpočet převedeme řídící úhly na radiány, $\alpha_1 = 0$ rad, $\alpha_2 = 0,8727$ rad, $\alpha_3 = 1,7453$ rad.

Pro výpočet efektivní hodnoty vyjdeme z definice efektivní hodnoty, obecný vztah pro

periodickou veličinu $v(t)$ je: $V_{ef.} = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \int_0^T v^2(t) dt}$ kde T je doba periody.

V našem případě nám stačí počítat integrál za dobu jedné půlperiody, pro úhel $0 < \omega t < \alpha$ je hodnota napětí 0, pro $\alpha < \omega t < \pi$ je hodnota napětí $u(t) = U_1 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(\omega t)$.

Potom pro efektivní hodnotu napětí U_2 bude platit:

$$U_2 = \sqrt{\frac{1}{\pi} \cdot \int_{\alpha}^{\pi} (U_1 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(x))^2 dx} = \frac{U_1}{\sqrt{\pi}} \cdot \sqrt{\pi - \alpha + \sin(\alpha) \cdot \cos(\alpha)}$$

(Řešení integrálu zde neuvádíme)

Pro $\alpha_1 = 0$ rad bude

$$U_2(\alpha_1) = U_1 = 230 \text{ V},$$

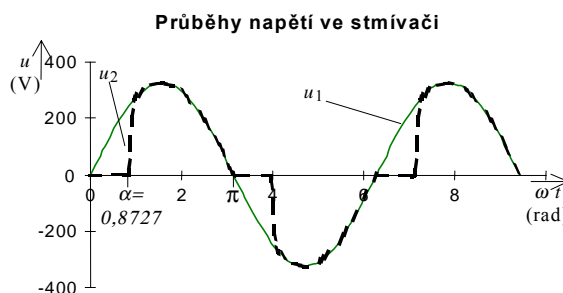
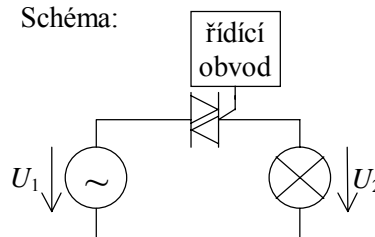
pro $\alpha_2 = 0,8727$ rad bude

$$U_2(\alpha_2) = 215,6 \text{ V}$$

Pro $\alpha_3 = 1,7453$ rad bude

$$U_2(\alpha_3) = 143,6 \text{ V}$$

Schéma:



Příklad 7.5:

Neřízený šestipulsní můstkový usměrňovač napájený z trojfázové sítě s fázovým napětím U_1 napájí elektromagnet, který má činný odpor R .

Vypočítejte střední hodnotu proudu elektromagnetem I_{2AV} .

Zadané hodnoty: $U_1 = 230 \text{ V}$,
 $R = 300 \Omega$.

Určit: I_{2AV} .

Řešení:

Pro neřízený šestipulsní usměrňovač platí:

$$U_{2AV} = \frac{3 \cdot \sqrt{6}}{\pi} \cdot U_1 = 538 \text{ V}$$

$$I_{2AV} = \frac{U_{2AV}}{R} = 1,79 \text{ A}$$

Příklad 7.6:

Neřízený jednofázový dvoupulsní (můstkový) usměrňovač je napájen z transformátoru napětím efektivní hodnoty U .

Zanedbejte úbytky napětí a předpokládejte, že usměrňovač není zatížený (není z něj odebírán žádná proud).

Zadané hodnoty: $U=24\text{ V}$.

Určete střední hodnotu výstupní napětí U_d ve dvou případech:

- a) je-li usměrňovač bez filtračního kondenzátoru,
- b) má-li usměrňovač filtrační kondenzátor $C_f = 1000\text{ }\mu\text{F}$.

Určit: a) U_d bez filtračního kondenzátoru

b) U_d s filtračním kondenzátorem.

Řešení:

a) Pro tento případ platí již několikrát uvedený vztah pro dvoupulsní usměrňovač:

$$U_d = \frac{2 \cdot \sqrt{2}}{\pi} \cdot U = 0,9 \cdot 24 = 21,6\text{ V}$$

b) V tomto případě se, při zanedbání úbytků na diodách, filtrační kondenzátor nabije na maximální hodnotu usměrňovaného napětí a protože není zatížený žádným odběrem, bude tuto hodnotu udržovat stále (nezáleží ani na hodnotě kapacity tohoto kondenzátoru). Střední hodnota výstupního napětí bude tedy rovna maximální hodnotě vstupního napětí:

$$U_d = \sqrt{2} \cdot U = \sqrt{2} \cdot 24 = 33,9\text{ V}$$