

## Ispravljanje (AC-DC)

### Upravljivi poluvalni ispravljač (R trošilo)

Srednja vrijednost napona na trošilu  $U_{d(SR)} = \frac{1}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi} U_{s(m)} \sin \omega t d(\omega t) = \frac{U_{s(m)}}{2\pi} (1 + \cos \alpha)$

Efektivna vrijednost napona na trošilu  $U_{d(EF)} = \frac{U_{s(m)}}{2} \sqrt{1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin 2\alpha}{2\pi}}$

### Upravljivi poluvalni ispravljač (R trošilo)

Srednja vrijednost napona na trošilu  $U_{d(SR)} = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} U_{s(m)} \sin \omega t d(\omega t) = \frac{2U_{s(m)}}{\pi}$

Srednja vrijednost struje trošila  $I_{d(SR)} = \frac{U_{d(SR)}}{R_d} = \frac{2U_{s(m)}}{\pi R_d}$

### Fazno upravljivi ispravljač u jednofaznom mosnom spoju (RL trošilo) – neisprekidani način rada

Srednja vrijednost napona na trošilu  $U_{d(SR)} = \frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\alpha+\pi} U_{s(m)} \sin \omega t d(\omega t) = \frac{2U_{s(m)}}{\pi} \cos \alpha$

Srednja vrijednost i viši harmonici struje trošila  $I_{d(SR)} = \frac{U_{d(SR)}}{R_d}, \quad I_n = \frac{U_n}{Z_n}, \quad Z_n = \sqrt{R^2 + (n\omega_0 L)^2}$

**NAPOMENA:** Kada je u krugu trošila protuelektromotorna sila, ona utječe na iznos struje trošila. Taj utjecaj nije opisan gornjim izrazima!

## Izmjenična pretvorba (AC-AC)

### Jednofazni regulator napona (R trošilo)

Efektivna vrijednost napona na trošilu  $U_{d(EF)} = \sqrt{\frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi} [U_{s(m)} \sin \omega t]^2 d(\omega t)} = U_{s(m)} \sqrt{1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin 2\alpha}{2\pi}}$

Srednja snaga na djelatnom trošilu  $P_{d(SR)} = \frac{U_{d(EF)}^2}{R_d} = \frac{U_{s(m)}^2}{\pi R_d} \left( \pi - \alpha + \frac{\sin 2\alpha}{2} \right)$

## Istosmjerna pretvorba (DC-DC)

Silazni pretvarač

$$U_d = U_s D$$

Uzlazni pretvarač

$$U_d = \frac{U_s}{1 - D}$$

Uzlazno-silazni pretvarač

$$U_d = \frac{U_s D}{1 - D}$$

PWM pretvarač u jednofaznom mosnom spoju

$$\frac{U_{ref}}{U_{tri}} = \frac{U_d}{U_s} = (2D_1 - 1)$$

Srednja vrijednost struje trošila pri istosmjernoj bipolarnoj modulaciji

$$i_{L(SR)} = \frac{u_{L(SR)}}{R} = \frac{U_s(2D - 1)}{R}$$

## Izmjenjivanje (DC-AC)

### Autonomni izmjenjivač u jednofaznom mosnom spoju (RL trošilo)

Efektivna vrijednost napona trošila kod (kvazi)pravokutnog napona na trošilu

$$U_{AC(EF)} = \sqrt{\frac{1}{\pi} \int_{\delta}^{\pi-\delta} U_{DC}^2 d(\omega t)} = U_{DC} \sqrt{1 - \frac{2\delta}{\pi}}$$

**NAPOMENA:**  $\delta$  je polovica trajanja razine 0

Amplituda osnovnog harmonika napona

$$U_{a1} = \frac{2U_{DC}}{\pi} \int_{\delta}^{\pi-\delta} \sin \omega t d(\omega t) = \frac{4U_{DC}}{\pi} \cos \delta$$

Amplituda osnovnog harmonika struje

$$I_{a1} = \frac{U_{a1}}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}}$$

Amplituda trećeg harmonika napona

$$U_{a3} = \frac{2U_{DC}}{\pi} \int_{\delta}^{\pi-\delta} \sin 3\omega t d(\omega t) = \frac{4U_{DC}}{3\pi} \cos 3\delta$$

**NAPOMENA:** Za ostale harmonike napona i struje primjenjuju se odgovarajući izrazi!

Izraz za struju izmjenjivača

$$i_0(t) = \begin{cases} \frac{U_{DC}}{R} + \left(I_{min} - \frac{U_{DC}}{R}\right) e^{\frac{-t}{\tau}}, & \text{za } 0 \leq t \leq T/2 \\ \frac{-U_{DC}}{R} + \left(I_{max} + \frac{U_{DC}}{R}\right) e^{\frac{-(t-T/2)}{\tau}}, & \text{za } T/2 \leq t \leq T \end{cases}$$

$$I_{max} = -I_{min} = \frac{U_{DC}}{R} \left[ \frac{1 - e^{-T/2\tau}}{1 + e^{-T/2\tau}} \right]$$

Modulacija širine impulsa (PWM)

$$m_a = \frac{\hat{U}_{control}}{\hat{U}_{tri}}$$

$$m_f = \frac{f_s}{f_1}$$

**NAPOMENA:** Kod PWM-a je za  $m_a = 1$  vršna vrijednost osnovnog harmonika napona trošila jednaka naponu istosmjernog izvora.