

4. Простопериодични напон ефективне вредности 200 V прикључен је на примарни намотај једнофазног трансформатора и ствара флукс у језгру:

$$\phi = -9 \cdot 10^{-3} \cos \omega t \text{ [Wb]}$$

и струју празног хода:

$$i_0 = \sqrt{2} (\sin \omega t - 0.5 \sin 3\omega t - 5 \cos \omega t - 2 \cos 3\omega t) \text{ [A]}$$

Уз занемарење омског отпора примара израчунати:

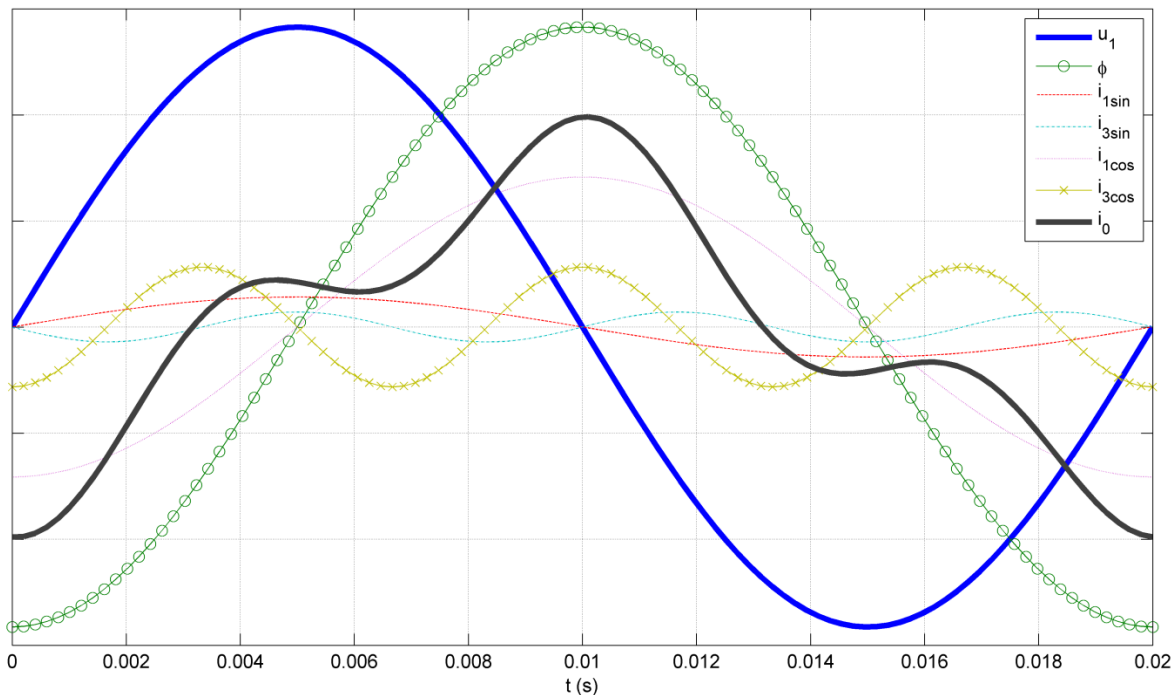
- ефективну вредност струје празног хода ( $I_0$ ) и њене активне ( $I_a$ ) и реактивне компоненте ( $I_\mu$ );
- губитке у гвожђу ( $P_{Fe}$ );
- примљену реактивну снагу ( $Q_0$ ).

### Решење:

- а) Основни хармоник активне компоненте струје празног хода у фази је са напоном што значи да предњачи флуксу за четвртину периоде. Напон примара је дат изразом:

$$u_1 = N_1 \frac{d\phi}{dt} = 200\sqrt{2} \sin \omega t$$

Основни хармоник реактивне компоненте је у фази са флуксом. Треба имати у виду да једино основни хармоник струје који је у фази са напоном (тј. предњачи за четвртину периоде у односу на флукс) преноси активну снагу, те да се једино та компонента струје може сматрати активном. Таласни облици напона, флукса, укупне струје и појединачних хармонијских компонената струје приказани су на Сл. 1.



Сл. 1 Таласни облици напона, флукса и струја; вредности су скалиране како би могле да се прикажу на заједничком дијаграму

Дакле, активна компонента струје одговара основном хармонику синусног Фуријеовог реда:

$$I_a = 1$$

Приметити да одговарајући коефицијент Фуријеовог реда одговара *амплитуди* активне компоненте, а вредност  $I_a$  представља *ефективну вредност*.

Све остале компоненте Фуријеовог реда дају нулту вредност активне снаге, што се може проверити тако што ће се показати да је:

$$\int_0^T u_1 i_{0x} dt = 0$$

где је  $T$  периода напона напајања (= периода основног хармоника струје),  $u_1$  је тренутна вредност напона а  $i_{0x}$  један од преосталих хармоника струје. Дата релација важи за све комбинације простопериодичних функција облика:

$$(\sin \omega t \cdot \sin n\omega t), (\sin \omega t \cdot \cos n\omega t), (\cos \omega t \cdot \sin n\omega t), (\cos \omega t \cdot \cos n\omega t), (\sin \omega t \cdot \cos \omega t)$$

С обзиром на то да не преносе активну снагу, све хармонијске компоненте осим основног хармоника синусног Фуријеовог реда биће сматране за реактивне компоненте. Стога, реактивна компонента струје празног хода једнака је:

$$I_\mu = \sqrt{0.5^2 + 5^2 + 2^2} = 5.41 \text{ A}$$

Укупна ефективна вредност струје празног хода може се одредити као корен из суме квадрата свих хармоника:

$$I_0 = \sqrt{1^2 + 0.5^2 + 5^2 + 2^2} = \sqrt{I_a^2 + I_\mu^2} = 5.5 \text{ A}$$

**б)** Познајући компоненте струје празног хода лако се могу одредити губици у гвожђу и примљена реактивна снага:

$$P_{Fe} = U_1 I_a = 200 \text{ W}$$

**в)**

$$Q_0 = U_1 I_\mu = 1082 \text{ var}$$

**НАПОМЕНА:** Приметити да компонента струје  $\sqrt{2} \cdot 0.5 \cdot \sin 3\omega t$  има максималну вредност када је вредност флукса једнака нули (компонента  $i_{3\sin}$  на Сл. 1). Према томе, очигледно је да је ова компонента последица хистерезиса, тј. двозначности хистерезисне криве (када је крива једнозначна, струја и флукс су истовремено једнаки нули). С обзиром на то, очекивално би се да ова компонента доприноси укупним губицима, али је показано да није тако. У недостатку бољег објашњења, ова компонента, као и остале више хармонијске компоненте, често се придружују тзв. *снази дисторзије*. Снага дисторзије би у овом случају била једнака:

$$D_0 = U_1 \sqrt{0.5^2 + 2^2} = 412.3 \text{ VA},$$

док би се за реактивну снагу сматрала само компонента снаге која настаје услед основног хармоника косинусног Фуријеовог реда:

$$Q_0 = U_1 I_{\mu 1} = 200 \cdot 5 = 1000 \text{ var}$$

За потребе овог курса, оправдано је све компоненте струје које не учествују у генерисању активне снаге (губитака) сматрати реактивним компонентама, и рачунати реактивну снагу узимајући у обзир основни хармоник реактивне компоненте и све више хармонике струје празног хода.