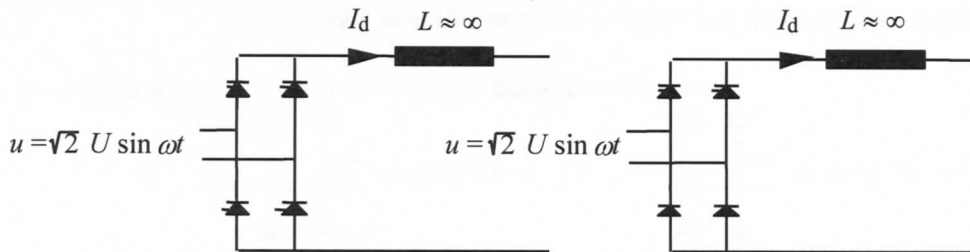
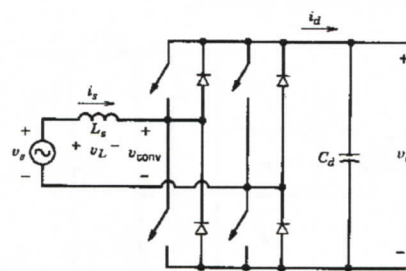


1. Johda matemaattisesti alla olevan kuvan vasemmanpuoleiselle symmetrisesti ohjatulle 2-pulssiselle tasasuuntaajalle seuraavat suureet: verkkovirran perusaaltosisältö γ , tehokerroin λ ja perusaallon tehokerroin $\cos\phi_1$ kun ohjaukulma α on 30° ja 60° . Tasavirta oletetaan ideaaliseksi. Miten tilanne muuttuu, jos käytössä on oikeanpuoleinen silta? Tätä ei tarvitse perustella matemaattisesti vaan sanallinen perustelu riittää.



2. Oikosulkumoottoria syötetään pulssinleveysmoduloidusta (PWM) vaihtosuuntaajasta. Eräässä toimintapisteessä pääjännitteessä (symmetrinen 3-vaihejärjestelmä) on 2 pulssia/puolijakso ja säätö perustuu vakiovuoperiaatteen. Laske millä taajuuksilla 7. yliaallon maksimi- ja minimiarvot esiintyvät, $f < 50\text{Hz}$. Moottorin nimellinen pääjännite on 400 V, joka on myös taajuusmuuttajan kuusipulssista diodisiltaa syöttävän verkon jännite. Moottorin nimellistaajuus on 50 Hz.
3. Selitä seuraavan kuvan mukaisen suuntaajan periaatteellinen toiminta lyhyesti. Piirrä kytkentää vastaava osoitindigrammi. Laske sen avulla tarvittavan vastajänniteohjeen perusaallon itseisarvo v_{conv1} ja kulma verkkovirran funktiona, kun verkosta otettu teho vaihtelee välillä 0 - 6 kW ja loisteho on nolla. Verkojännitteen tehollisarvo on 230 V ja verkon induktanssi 20 mH sekä resistanssi 0,1 Ω . Selitä sanallisesti miten tilanne muuttuu jos verkkoon syötetään koko ajan lisäksi 1 kVA loistehoa.



4. Kuusipulssinen tyristoritasasuuntaaja ottaa verkosta perustajuisen näennäistehon $S = 20\text{MVA}$ verkon pääjännitteen tehollisarvon ollessa 110 kV. Kompensointiin ja suodattukseen on rakennettu 5. yliaallolle viritetty suodatin. Suodattimen arvot ovat: $X_0 = \omega_5 L = 480\ \Omega$ ja hyvyysluku $Q = X_0/R_f = 50$. Verkon oikosulkuteho $S_k = 590\text{MVA}$ ja verkko voidaan olettaa reaktiiviseksi. Laske verkon 5. yliaallon jännite ilman suodatinta ja suodattimen kanssa. Miten suodattimen hyvyysluku vaikuttaa yliaaltojännitteeseen? Yliaaltojen laskennassa kommutoinnin vaikutusta ei oteta huomioon ja tasasuuntaajan tasavirta oletetaan täysin tasoittuneeksi.
5. Kytkeäsuojapiirien käytön pääperiaatteet suuntaajatekniikassa.

Fourier-sarja:

$$f(t) = F_0 + \sum_{n=1}^{\infty} [a_n \cos(n\omega t) + b_n \sin(n\omega t)] \quad (1)$$

$$a_n = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(t) \cos(n\omega t) d\omega t, \quad n = 0, 1, 2, \dots, \infty \quad (2)$$

$$b_n = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(t) \sin(n\omega t) d\omega t, \quad n = 1, 2, \dots, \infty \quad (3)$$

$$F_0 = \frac{1}{2} a_0 = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(t) \cos(0) d\omega t = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} f(t) d\omega t \quad (4)$$

Trigonometrisia muunnoksia:

$$\sin x \sin(x - y) = \frac{1}{2} [\cos y - \cos(2x - y)] \quad (5)$$

$$\sin x \cos y = \frac{1}{2} [\sin(x - y) + \sin(x + y)] \quad (6)$$

$$\sin x \sin y = \frac{1}{2} [\sin(x - y) - \cos(x + y)] \quad (7)$$

$$\cos x \cos y = \frac{1}{2} [\cos(x - y) + \cos(x + y)] \quad (8)$$

$$\sin^2 x + \cos^2 x = 1 \quad (9)$$

$$\tan x = \frac{\sin x}{\cos x} \quad (10)$$

$$\sin^2 x = \frac{1}{2} (1 - \cos 2x) \quad (11)$$

$$\cos^2 x = \frac{1}{2} (1 + \cos 2x) \quad (12)$$

$$\sin^3 x = \frac{1}{4} (3 \sin x - \sin 3x) \quad (13)$$

$$\cos^3 x = \frac{1}{4} (\cos 3x - 3 \cos x) \quad (14)$$

$$\sin 2x = 2 \sin x \cos x \quad (15)$$

$$\cos 2x = \cos^2 x - \sin^2 x = 2 \cos^2 x - 1 = 1 - 2 \sin^2 x \quad (16)$$

$$\sin(x \pm y) = \sin x \cos y \pm \cos x \sin y \quad (17)$$

$$\cos(x \pm y) = \cos x \cos y \mp \sin x \sin y \quad (18)$$

$$\sin x + \sin y = 2 \sin \left(\frac{x+y}{2} \right) \cos \left(\frac{x-y}{2} \right) \quad (19)$$

$$\sin x - \sin y = 2 \cos \left(\frac{x+y}{2} \right) \sin \left(\frac{x-y}{2} \right) \quad (20)$$

$$\cos x + \cos y = 2 \cos \left(\frac{x+y}{2} \right) \cos \left(\frac{x-y}{2} \right) \quad (21)$$

$$\cos x - \cos y = -2 \sin \left(\frac{x+y}{2} \right) \sin \left(\frac{x-y}{2} \right) \quad (22)$$

Eulerin lause:

$$e^{jx} = \cos x + j \sin x \quad (23)$$

$$\cos x = \frac{1}{2} (e^{jx} + e^{-jx}) \quad (24)$$

$$\sin x = \frac{1}{j2} (e^{jx} - e^{-jx}) \quad (25)$$