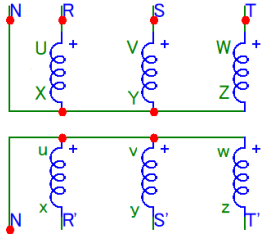


İmza (Kopya almadım ve vermedim):

ELEKTRİK MAKİNALARI I – DÖNEMSONU SINAVI – Süre 100 Dakikadır

(1a) <PÇ1><10p> Ynyn6 bağlı transformatörün sargılarının bağlantısını çizerek gösteriniz.



(1b) <PÇ1><10p> Dengeli yükte çalışan, sinüsoidal gerilim ile beslenmiş, YNyn6 bağlı bir transformatörde primer nötr akımını matematiksel ifadeler kullanarak tartışınız.

Transformatör sinüsoidal (yada kosinüsoidal) akı üretebilmek için mıknatıslanma akımında 3. harmonik (3k) akım olmak zorundadır.

$$i_R(wt) = I_{1m} \cdot \sin(wt) - I_{3m} \cdot \sin[3(wt)] + \dots$$

$$i_S(wt) = I_{1m} \cdot \sin\left(wt - \frac{2\pi}{3}\right) - I_{3m} \cdot \sin\left[3\left(wt - \frac{2\pi}{3}\right)\right] + \dots$$

$$i_T(wt) = I_{1m} \cdot \sin\left(wt + \frac{2\pi}{3}\right) - I_{3m} \cdot \sin\left[3\left(wt + \frac{2\pi}{3}\right)\right] + \dots$$

$$i_N(wt) = i_R(wt) + i_S(wt) + i_T(wt) = 0 - 3I_{3m} \cdot \sin[3(wt)]$$

Temel bileşen dengeli olup toplamı SIFIR yapar, nötrden akmaz. Fakat yukarıdaki eşitliklerden görüleceği üzere, etkin değer olarak nötr akımı $I_N = 3 \cdot I_3$ olacaktır. Primerde nötr topraklanmış olduğundan nötr üzerinden 3k harmonikler 3 KATI değer ile toprağa akar. Bunlar dolayısı ile şebekeden çekilir ve şebekede harmonik gerilim düşümleri yaparak, hatsonu gerilimlerinin şeklini bozarlar. Bu nedenle genelde primerde Δ bağlı kılınır

(2) <PÇ2> 100 kVA, 15000/400V, bağıl kısa devre gerilimi $v_k = 0.04$, bağıl boşa akım $i_0 = 0.03$, $f=50\text{Hz}$, Dyn11 bağlı, ONAN soğutmalı transformatörün boşa çalışma kayıpları 310W, tam yükteki bakır kayıpları 1750W'tır.

<4x5p>a) Primere indirgenmiş (yüksek gerilim tarafı) yaklaşık eşdeğer devre parametrelerini hesaplayınız.

<10p>b) %50 yüklenmede ve 0.8 (endüktif) güç faktöründe verimi bulunuz.

$$S_n := 100 \cdot 10^3 \text{ VA} \quad V_{1Ln} := 15000 \text{ V} \quad V_{2Ln} := 400 \text{ V} \quad \text{Dyn11}$$

$$\text{Prim. üçgen bağlı} \quad V_{1n} := V_{1Ln} \quad V_{1n} = 15 \times 10^3 \text{ V}$$

$$\text{Sekonder yıldız bağlı} \quad V_{2n} := \frac{V_{2Ln}}{\sqrt{3}} \quad V_{2n} = 230.94 \text{ V}$$

$$P_{cun} := 1750 \text{ W} \quad P_0 := 310 \text{ W} \quad v_{sc} := 0.04 \quad i_0 := 0.03$$

$$P_{sc} := P_{cun} \quad P_c := P_0$$

$$(a) \quad I_{1Ln} := \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot V_{1Ln}} \quad I_{1Ln} = 3.849 \text{ A}$$

$$a := \frac{V_{1n}}{V_{2n}} = 64.952$$

$$I_{1n} := \frac{I_{1Ln}}{\sqrt{3}} \quad I_{1n} = 2.222 \text{ A} \quad \text{primer delta bağlı}$$

$$i_0 = \frac{I_{10}}{I_{1n}} \quad I_{10} := i_0 \cdot I_{1n} \quad I_{10} = 0.067 \text{ A} \quad I_{1L0} := \sqrt{3} \cdot I_{10} \quad I_{1L0} = 0.115 \text{ A}$$

$$P_0 = \sqrt{3} \cdot V_{1L} \cdot I_{1L0} \cdot \cos \varphi_0 \quad \varphi_0 := \arccos \left[\frac{P_0}{(\sqrt{3} \cdot V_{1Ln} \cdot I_{1L0})} \right] \quad \varphi_0 = 1.467 \text{ rad}$$

$$\varphi_0 \cdot \frac{180}{\pi} = 84.069 \text{ derece}$$

Primere (yüksek gerilim tarafına) indirgenmiş eşdeğer devre elemanları boşa çalışmadan

$$R_{c1} := \frac{V_{1n}}{I_{10} \cdot \cos(\varphi_0)} \quad R_{c1} = 2.177 \times 10^6 \text{ Ohm} \quad X_{m1} := \frac{V_{1n}}{I_{10} \cdot \sin(\varphi_0)} \quad X_{m1} = 226 \times 10^3 \text{ Ohm}$$

kısa devre deneyinden

$$P_{cun} := P_{sc}$$

$$V_{1sc} := v_{sc} \cdot V_{1n} \quad V_{1sc} = 600 \text{ V} \quad Z_{eq1} := \frac{V_{1sc}}{I_{1n}} \quad Z_{eq1} = 270 \text{ Ohm}$$

$$R_{eq1} := \frac{P_{cun}}{I_{1n}^2} \quad R_{eq1} = 118.125 \text{ Ohm} \quad X_{eq1} := \sqrt{Z_{eq1}^2 - R_{eq1}^2} \quad X_{eq1} = 242.789 \text{ Ohm}$$

(b) Yüklenme oranı $\alpha := 0.5$ Güç Faktörü $PF := 0.8$ endüktif

$$\eta_v := \frac{\alpha \cdot S_n \cdot PF}{\alpha \cdot S_n \cdot PF + P_c + \alpha^2 \cdot P_{cun}} \quad \eta_v = 0.982$$

(3) <PÇ2><20p> Yaklaşık Eşdeğer (L tipi) devre parametreleri;

$R_1 = 1.15 \Omega$, $R_2' = 1.4 \Omega$, $X_1 = 2.4 \Omega$, $X_2' = 2.93 \Omega$ olarak verilen, 3 fazlı, yıldız bağlı, 50Hz, 2 kutuplu sincap kafesli bir asenkron motor ile 15 Nm'lik (hız ile değeri değişmeyen=sabit) bir yükün tahrik edilmesi planlanmaktadır. Motora, gerilimi değiştirilebilen bir kaynak kullanılarak yolverilecektir. Motorun bu yükü hızlandırabilmesi için uygulanacak fazlararası gerilim kaç volttan daha büyük olmalıdır? (Yaklaşık devreden hareketle çözünüz)

$$p := 1 \quad f := 50 \text{ Hz} \quad m_1 := 3$$
$$R_1 := 1.15 \Omega \quad R_2' := 1.4 \Omega \quad X_{L1} := 2.4 \Omega \quad X_{L2} := 2.93 \Omega \quad M_y := 15 \text{ Nm}$$

Yolverme anında $s=1$ dir $s := 1$

$$\frac{m_1 \cdot p \cdot \frac{R_2'}{s} \cdot (V_1)^2}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot \left[\left(R_1 + \frac{R_2'}{s} \right)^2 + (X_{L1} + X_{L2})^2 \right]} > M_y$$
$$3.829 \times 10^{-4} \cdot V_1^2 > 15 \quad V_1^2 > 3.917 \times 10^4$$
$$V_1 > \sqrt{3.917 \times 10^4} \quad V_1 > 197.914 \text{ V}$$

Yolverme momentinin 10Nm lik yük momentinden büyük olması, yani motorun hızlanabilmesi için V_1 'in 197.914 V tan büyük olması gerekir. Fakat soruda V_{1L} sorulmaktadır.

Yıldız bağlantıda $V_{1L} = \sqrt{3} \cdot V_1$ dolayısı ile $V_{1L} > 197.914 \cdot \sqrt{3}$

$$V_{1L} > 342.797 \text{ V} \text{ olmalıdır.}$$

(4) <PÇ2><30p> 3. Soruda parametreleri verilen motor, 380V, 50Hz'lik ülkemiz şebekesinde yıldız bağlı olarak çalıştırılıyor ve 2846 rpm hızda dönerek bir mekanik yükü sürmektedir. Bu esnada demir kayıpları, bakır kayıplarına eşit olmaktadır. $P_{s+v}=100W$ olduğuna göre verimi hesaplayınız (yaklaşık eşdeğer devre kullanılacaktır).

$$n := 2846 \text{ rpm} \quad f := 50 \text{ Hz} \quad V_{1L} := 380 \text{ V} \quad \text{Yıldız bağlı,} \quad V_1 := \frac{V_{1L}}{\sqrt{3}} \quad V_1 = 219.393 \text{ V}$$
$$p = 1 \quad P_{stv} := 100 \text{ W} \quad n_s := 60 \cdot \frac{f}{p} \quad n_s = 3 \times 10^3 \text{ rpm} \quad s := \frac{n_s - n}{n_s} \quad s = 0.051$$

Yaklaşık eşdeğer devreden

$$I_{2u} := \frac{V_1}{\sqrt{\left(R_1 + \frac{R_2'}{s} \right)^2 + (X_{L1} + X_{L2})^2}} \quad I_{2u} = 7.587 \text{ A}$$

$$P_{mi} := 3 \cdot I_{2u}^2 \cdot R_2' \cdot \frac{(1-s)}{s} \quad P_{mi} = 4.468 \times 10^3 \text{ W} \quad P_2 := P_{mi} - P_{stv} \quad P_2 = 4.368 \times 10^3 \text{ W}$$

$$P_{cu} := 3 \cdot I_{2u}^2 \cdot (R_1 + R_2') \quad P_{cu} = 440.317 \text{ W} \quad P_c := P_{cu} \quad P_c = 440.317 \text{ W}$$

$$P_{kayip} := P_c + P_{cu} + P_{stv} \quad P_{kayip} = 980.635 \text{ W}$$

$$\eta := \frac{P_2}{P_2 + P_{kayip}} \quad \eta = 0.817$$

Verim hesabında farklı yaklaşımlar yapılmış olabilir, sonuç değişmez.