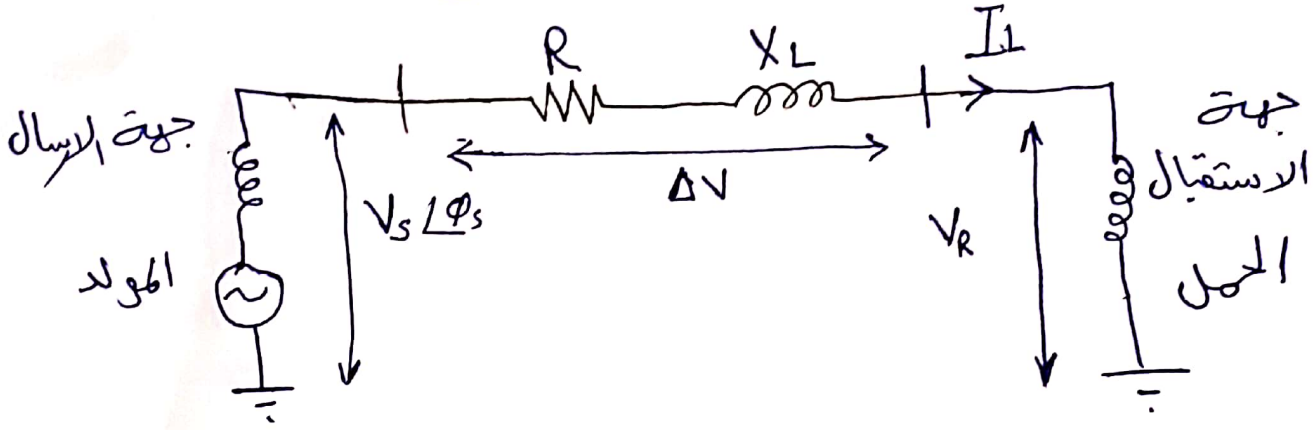
خطوط النقل القصيرة

تمثل خطوط النقل القصيرة كما بالشكل الآتى



الشكل يوضح الدائرة المفردة المكافئة لخط نقل قصير ثلاثى الأوجه

حيث

V_S جهد الوجه عند الارسال — φ_S معامل القدرة عند الارسال

R مقاومة الخط لكل وجه — X_L المفاعلة الحثية للخط لكل وجه

ΔV الهبوط فى الجهد على الخط لكل وجه — I_L تيار الحمل

V_R جهد الوجه عند الاستقبال — $\cos\varphi_R$ معامل القدرة عن الاستقبال

يمكن حساب الجهد من خلال المعادلات الآتية

$$V_S = V_R + \Delta V = V_R + I_L Z = V_R + I_L (R + j X_L) \longrightarrow (1)$$

مع الأخذ فى الاعتبار زاوية التيار والتى تساوى $\cos^{-1}$ لمعامل القدرة عند الاستقبال

$$V_S = V_R \angle 0^\circ + I_L \angle -\varphi_R \, (R + j X_L)$$

$$V_S = V_R + I_L (\cos\varphi_R - j \sin\varphi_R)(R + j X_L)$$

Scanned by CamScanner

$$V_S = V_R + (I_L R \cos\varphi_R + I_L X_L \sin\varphi_R) + j(I_L X_L \cos\varphi_R - I_L R \sin\varphi_R) \rightarrow (2)$$

ومن هذا القانون يمكن حساب قيمة V_S وزاويتها φ_S

حيث يكون معامل القدرة عند الارسال φ_S

$$\varphi_S = \varphi_R + \theta_S$$

ومعامل القدرة يساوى $\cos\varphi_S$

نسبة تنظيم الجهد تساوى

$$V.R = \frac{V_S - V_R}{V_R} * 100$$

كفاءة النقل

$$\eta = \frac{P_L}{P_S} * 100$$

قوانين القدرة

القدرة الظاهرية $S_S = 3 V_S I_L = \sqrt{3} V_{S_L} I_L$

القدرة الفعالة $P_S = 3 V_S I_L \cos\varphi_S = \sqrt{3} V_{S_L} I_L \cos\varphi_S$

القدرة الغير فعالة $Q_S = 3 V_S I_L \sin\varphi_S = \sqrt{3} V_{S_L} I_L \sin\varphi_S$

$$S_R = 3 V_R I_L = \sqrt{3} V_{R_L} I_L$$

$$P_R = 3 V_R I_L \cos\varphi_R = \sqrt{3} V_{R_L} I_L \cos\varphi_R$$

$$Q_R = 3 V_R I_L \sin\varphi_R = \sqrt{3} V_{R_L} I_L \sin\varphi_R$$

Scanned by CamScanner

* مع العلم عند استخدام 3 في قوانين القدرة يكون الجهد المستخدم هو جهد الوجه

* عند استخدام $\sqrt{3}$ يكون الجهد المستخدم هو جهد الخط

* جميع الجهود التي تعطى تكون جهود خطية

جهد الخط $V_R = \frac{V_{RL}}{\sqrt{3}}$ جهد الوجه

*لكل قدرة وحدة قياس

S →	VA	فولت.أمبير
P →	Watt	وات
Q →	VAR	فار

حساب المفاقيد

$$P_{Loss} = P_S - P_R = 3 I_L^2 R$$

$$Q_{Loss} = Q_S - Q_R = 3 I_L^2 X_L$$

في حالة تحويل النقل أحادية الوجه يكون الجهد المعطى هو جهد وجهي ولا يتم الضرب في 3 أو $\sqrt{3}$ في قوانين القدرة على سبيل المثال

$$P_R = V_R I_L \cos \varphi_R$$

Scanned by CamScanner

41-10 ماهو أقصى طول بالكم لخط نقل أحادي الوجه من النحاس مساحة مقطعه $0.775\,cm^2$ ليمر من خلاله قدرة $200\,kw$ عند معامل القدرة الوحدة وجهد $3300\,V$ وكفاءة هذا الخط 90% اذا علمت أن المقاومة النوعية للنحاس $1.725 * 10^{-8}\ \Omega.m$

الحل

$$\therefore R = \frac{\rho L}{A}$$

$$P_S = \frac{P_R}{\eta} = \frac{200}{0.9} = 222.22\ kw$$

$$P_{Loss} = P_S - P_R = 222.22 - 200 = 22.22\ kw$$

$$\because P_R = V_R I_L \cos\phi_R \quad \therefore I_L = \frac{P_R}{V_R \cos\phi}$$

$$I_L = \frac{200 * 10^3}{3300 * 1} = 60.6\ A$$

$$\therefore P_{Loss} = 2 I^2 R$$

ويتم الضرب x 2 في قانون المفاقيد لأن هناك موصلين في النقل أحادي الوجه

$$\therefore R = \frac{22.22 * 10^3}{2 * 60.6^2} = 3.025\ \Omega$$

$$\because R = \frac{\rho L}{A}$$

$$\therefore L = \frac{3.025 * 0.775 * 10^{-4}}{1.725 * 10^{-8}}$$

للتحويل من m^2 إلى cm^2

$$= 13.6\ km$$

Scanned by CamScanner

41.11 حمل صناعي مكون من مجموعة محركات حثية قدرهم 500 kW عند معامل قدرة 0.6 متأخر ويغذى من موزع المعاونة المكانة له بـ $0.15+j0.6$ وجهد الحمل في نهايته 2300 V

احسب تيار الحمل، جهد الارسال، القدرة الفعالة والغير فعالة والظاهرة

$$I_L = \frac{P_L}{\sqrt{3}\, V_R \cos\varphi_R} = \frac{500 * 10^3}{\sqrt{3} * 2300 * 0.6} = 209.2 \text{ A}$$

$$\varphi_R = \cos^{-1} 0.6 = 53.13^\circ$$

$$\therefore I_L = 209.2 \angle -53.13 \text{ A}$$

$$V_S = V_R + \Delta V = V_R + I_L * Z$$

$$= 2300 + [209.2 \angle -53.13 * (0.15+j0.6)]$$

$$= 2419.76 \angle 1.2 \text{ V}$$

$$\varphi_S = \varphi_R + \theta_S = 53.13 + 1.2 = 54.33^\circ$$

$$\cos\varphi_S = 0.583 \qquad \sin\varphi_S = 0.812$$

$$P_S = \sqrt{3}\, V_S I_L \cos\varphi_S = \sqrt{3} * 2419.76 * 209.2 * 0.583$$

$$= 511.17 \text{ K watts}$$

$$Q_S = \sqrt{3}\, V_S I_L \sin\varphi_S = \sqrt{3} * 2419.76 * 209.2 * 0.812$$

$$= 711.95 \text{ K VAR}$$

$$S_S = \sqrt{3}\, V_S I_L = \sqrt{3} * 2419.76 * 209.2$$

$$= 876.79 \text{ K VA}$$

Scanned by CamScanner

41.12

محطة توليد ثلاثية الأوجه 33 kV تغذى حمل قدرته 10MW عند جهد 31 kV ومعامل قدرة 0.9 متأخر عبر خط نقل طوله 3 km وكفاءة الخط 96% كم يجب أن تكون مقاومة ومعاوقة الخط

$$V_S = \frac{V_{SL}}{\sqrt{3}} = \frac{33}{\sqrt{3}} = 19.052 \text{ kV}$$

$$V_R = \frac{V_{RL}}{\sqrt{3}} = \frac{31}{\sqrt{3}} = 17.897 \text{ kV}$$

$$\therefore P_{Loss} = 3 I_L^2 R$$

$$I_L = \frac{P_L}{3 * V_R * \cos\phi_R} = \frac{10 * 10^6}{3 * 17.897 * 0.9} \simeq 207 \text{ A}$$

$$\phi_R = \cos^{-1} 0.9 = 25.84$$

$$P_{Loss} = P_S - P_L$$

$$P_S = \frac{P_L}{\eta} = \frac{10}{0.96} = 10.417 \text{ MW}$$

$$P_{Loss} = 10.417 - 10 = 0.417 \text{ MW}$$

$$\therefore R = \frac{P_{Loss}}{3 I_L^2} = \frac{0.417 * 10^6}{3 * 207^2} = 3.24 \ \Omega$$

ولايجاد قيمة X_L نستخدم قانون القيمة التقريبية لـ V_S

$$V_S = V_R + I_L Z = V_R + I (R \cos\phi_R + X_L \sin\phi_R)$$

$$V_S - V_R = I (R \cos\phi_R + X_L \sin\phi_R)$$

$$19052 - 17897 = 207 (3.24 * 0.9 + X_L * 0.436)$$

$$X_L = 6.1 \ \Omega$$

Scanned by CamScanner

41.13

حمل متزن موصل بحمة معاوقة $(300+j100)\ \Omega$ يغذى عن طريق خط نقل ثلاثي الأوجه معاوقة قيمتها $(0.6+j0.7)\ \Omega/km$ لكل $40\ km$ احسب جهد الاستقبال عندما يكون جهد الارسال $66\ kV$ وكذلك الزاوية بين جهد الارسال والاستقبال وكفاءة الخط

الحل

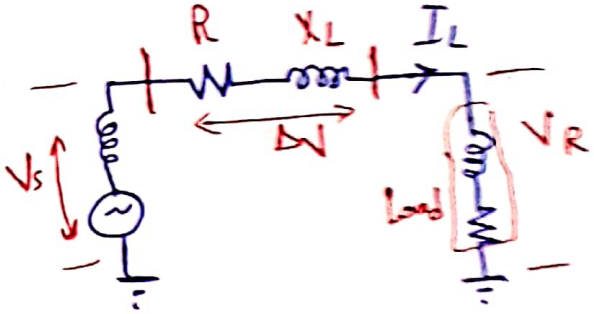
معاوقة خط النقل الكلية $Z_{T.L} = 40\,(0.6+j0.7) = 24+j28\ \Omega$

المعاوقة الكلية $Z_T = Z_L + Z_{T.L} = 300+j100+24+j28$

$= 324+j128\ \Omega = |348.37|\ \Omega$

يمكن حساب زاوية الطور من خلال معاوقة الحمل $(300+j100)$

$\phi_R = \tan^{-1}\frac{100}{300} = 18.43^\circ$



$I_L = \frac{V_S}{|Z_T|}$ ← القيمة فقط ، $V_S = \frac{V_{SL}}{\sqrt{3}}$

$\therefore I_L = \frac{66*10^3}{\sqrt{3}*348.37} = 109.38\ A$

$\therefore I_L = 109.38\ \angle -18.43^\circ\ A$

$\cos\phi_R = \cos 18.43 = 0.948 \quad \sin\phi_R = 0.316$

$\therefore V_S = V_R + I_L Z_{T.L} = V_R + I_L(\cos\phi_R - j\sin\phi_R) * (R+jX_L)$

$\therefore V_S = V_R + (I_L R\cos\phi_R + I_L X_L \sin\phi_R) + j(I_L X_L \cos\phi_R - I_L R\sin\phi_R)$

Scanned by CamScanner

$$V_S = \frac{V_{SL}}{\sqrt{3}} = \frac{66000}{\sqrt{3}} = 38105 \angle 0 \text{ V}$$

$$38105 = V_R + [\log.38 * 24 * 0.948 + \log.38 * 28 * 0.316]$$
$$+ j[\log.38 * 28 * 0.948 - \log.38 * 24 * 0.316]$$

$$38105 = V_R + 3458.72 + j\,2075.64^* \longrightarrow (1)$$

$$\therefore |V_S| = \sqrt{(V_R + I_L R\cos\varphi_R + I_L X_L \sin\varphi_R)^2 + (I_L X_L \cos\varphi_R - I_L R \sin\varphi_R)^2}$$

بتربيع الطرفين

$$|V_S|^2 = (V_R + I_L R\cos\varphi_R + I_L X_L \sin\varphi_R)^2 + (I_L X_L \cos\varphi_R - I_L R \sin\varphi_R)^2$$

جو نوع المعادلة رقم (1) على نفس الصورة

$$38105^2 = (V_R + 3458.72)^2 + 2075.64^2$$

$$(V_R + 3458.72)^2 = 38105^2 - 2075.64^2$$

بأخذ الجذر التربيعي للطرفين

$$V_R + 3458.72 = 38048.426$$

$$\therefore V_R = 38048.926 - 3458.72 = 34589.7 \text{ V}$$

للحصول على قيمة φ_S يتم التعويض في معادلة (1) بقيمة V_R

$$V_S = 34589.7 + 3458.72 + j\,2075.64$$

$$V_S = 38105 \angle 3.1 \text{ V}$$

$$\therefore \varphi_S = 3.1^\circ$$

$$\varphi_S = \varphi_R + \varphi_S = 18.43 + 3.1 = 21.53^\circ$$

$$pf_S = \cos\varphi_S = 0.93 = \cos 21.53$$

$$pf_R = \cos\varphi_R = 0.948 = \cos 18.43$$

Scanned by CamScanner

$$P_S = 3 * V_S * I_L * \cos\varphi_S$$

$$= 3 * 38105 * 109.38 * 0.93 = 11.63 \text{ MW}$$

$$P_R = 3 * V_R * I_L * \cos\varphi_R =$$

$$3 * 34589.7 * 109.38 * 0.948 = 10.67 \text{ MW}$$

$$\therefore \eta = \frac{P_R}{P_S} * 100 = \frac{10.67}{11.63} * 100 = 98.71\%$$

يمكن ايجاد جهد V_R و φ_S بطريقة أخرى

أولاً من خلال المعادلة الكلية يمكن حساب φ_S

$$\varphi_S = \tan^{-1} \frac{128}{324} = 21.557^\circ$$

$$\because \varphi_S = \varphi_R + \varphi_S$$

$$\therefore \varphi_S = \varphi_S - \varphi_R = 21.557 - 18.43 = 3.127^\circ$$

$$\therefore V_S = V_R + I_L Z_{TL}$$

$$38105 \angle 3.127 = V_R + 109.38 \angle -18.43 * (24 + j28)$$

$$\therefore V_R = \frac{38105 \angle 3.127}{109.38 \angle -18.43 * (24 + j28)}$$

$$\therefore V_R = (38105 \angle 3.127) - (109.38 \angle -18.43 * (24 + j28))$$

$$= 34589.5 \angle 0.0$$

Scanned by CamScanner

41.14 خط نقل ثلاثي الأوجه تردده 50 Hz مقاومته 5Ω
ومحاثته 30 mH يغذي حمل قدرته 1000 kw عند معامل قدرة 0.8
متأخر وجهد 11 kV احسب جهد الارسال ومعامل القدرة عند الارسال
كفاءة النقل ومعامل التنظيم

$$V_R = \frac{V_{RL}}{\sqrt{3}} = \frac{11}{\sqrt{3}} = 6.35 \text{ kV}$$

$$I_L = \frac{P_L}{3 V_R \cos\varphi_R} = \frac{1000 * 10^3}{3 * 6.35 * 0.8} = 65.6 \text{ A}$$

$$\varphi_R = \cos^{-1} 0.8 = 36.87 \quad \therefore I_L = 65.6 \angle -36.87 \text{ A}$$

$$X_L = 2\pi f L = 2\pi * 50 * 30 * 10^{-3} = 9.4 \Omega$$

$$\therefore V_S = V_R + I_L Z = V_R + I_L (R + j X_L)$$

$$\therefore V_S = 6.35 * 10^3 + [65.6 \angle -36.87 * (5 + j 9.4)]$$

$$= 6.988 \angle 2.43 \text{ V}$$

$$\varphi_S = \varphi_R + \varphi_S = 36.87 + 2.43 = 39.3°$$

$$\cos\varphi_S = \cos 39.3 = 0.7738$$

$$P_S = 3 V_S I_L \cos\varphi_S$$

$$= 3 * 6.988 * 10^3 * 65.6 * 0.7738$$

$$= 1064 \text{ kw}$$

$$\eta = \frac{P_L}{P_S} * 100 = \frac{1000}{1064} * 100 = 93.98\%$$

$$V.R = \frac{V_S - V_R}{V_R} = \frac{6.988 - 6.35}{6.35} * 100$$

$$= 10\%$$

Scanned by CamScanner

41.15 خط نقل ثلاثي الأوجه قصير معاوقته $(6+j8)\ \Omega$ جهد الإرسال 120 kV وجهد الاستقبال 110 kV ومعامل قدرة الحمل 0.9 أوجد القدرة الفعالة والغير فعالة عند نهاية الخط (الحمل)

$$P_R = 3 * V_R * I_L * \cos\varphi_R$$

$$V_S = \frac{120}{\sqrt{3}} = 69.28\ kV$$

$$V_R = \frac{110}{\sqrt{3}} = 63.508\ kV$$

باستخدام قانون القيمة التقريبية لجهد الإرسال

$$V_S = V_R + I_L\ (R\cos\varphi_R + X_L \sin\varphi_R)$$

$$69.28 * 10^3 = 63.508 * 10^3 + I_L\ (6 * 0.9 + 8 * 0.435)$$

$$\varphi_R = \cos^{-1} 0.9 = 25.84^\circ$$

$$\therefore I_L = \frac{69.28 * 10^3 - 63.508 * 10^3}{(6 * 0.9 + 8 * 0.435)} = 650\ A$$

$$P_R = 3\ V_R\ I_L \cos\varphi_R$$

$$= 3 * 63.508 * 10^3 * 650 * 0.9 = 111.46\ MW$$

$$Q_R = 3\ V_R\ I_L \sin\varphi_R$$

$$= 3 * 63.508 * 10^3 * 650 * 0.435$$

$$= 53.87\ MVAR$$

Scanned by CamScanner