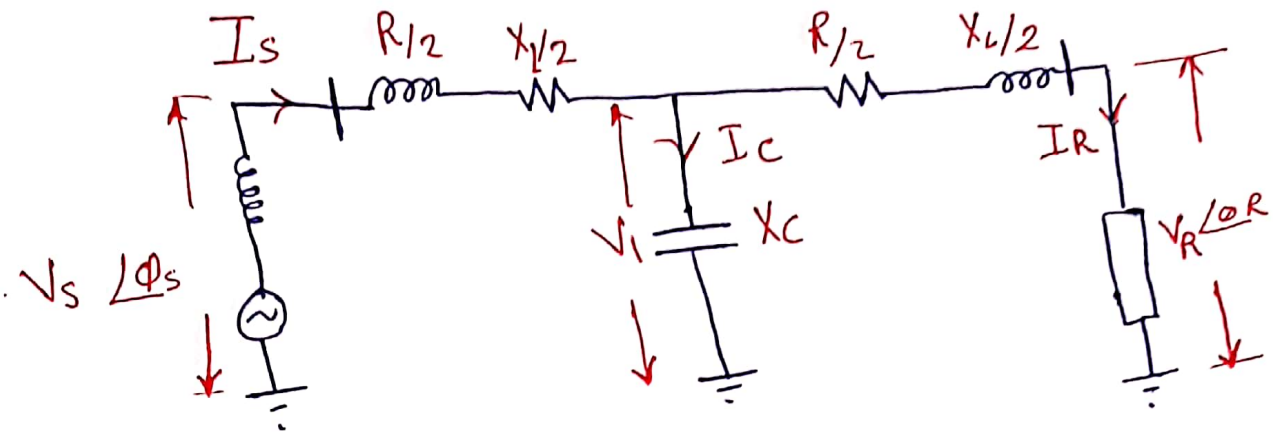
خطوط النقل المتوسطة

1- خطوط النقل الممثلة على شكل حرف (T)



الشكل يوضح الدائرة المكافئة لخط نقل متوسط على شكل T حيث تم تقسيم المعاوقة الكلية للخط $(R+jX_L)$ إلى جزئين كما هو موضح مع الأخذ في الاعتبار المحاثة السعوية للخط X_C بينهما

ولحساب الجهود المختلفة نستخدم المعادلات الآتية:

$$V_1 = V_R + \Delta V_R = V_R + \frac{Z_L}{2} I_R \longrightarrow (1)$$

$$\frac{Z_L}{2} = \left(R/2 + j\frac{X_L}{2}\right) \longrightarrow (2)$$

$$V_S = V_1 + \Delta V_1 = V_1 + \frac{Z_L}{2} I_S \longrightarrow (3)$$

$$I_S = I_R + I_C \longrightarrow (4)$$

حيث

V_1 جهد المكثف

V_R جهد الاستقبال

ΔV_R الهبوط في الجهد ناحية الاستقبال

I_R تيار الاستقبال أو تيار الحمل

V_S جهد الارسال

ΔV_1 الهبوط في الجهد ناحية الارسال

Scanned by CamScanner

I_S تيار الارسال I_C تيار المكثف

Z_L ص معاوقة الخط

$$I_C = Y V_1 = j w C V_1 = j 2\pi f c V_1 \rightarrow (5)$$

حيث Y ص المسامحة السعوية f التردد

c سعة المكثف

$$I_S = I_R + Y V_1 \rightarrow 6$$

بالتعويض عن قيمة V_1 في معادلة (1) في معادلة (6)

$$I_S = I_R + Y \left(V_R + \frac{Z_L}{2} I_R \right)$$

$$I_S = I_R + Y V_R + Y \frac{Z_L}{2} I_R$$

$$I_S = Y V_R + \left(1 + \frac{Y Z_L}{2} \right) I_R \rightarrow 7$$

$$I_S = C V_R + D I_R \rightarrow 8$$

$$C = Y \quad \text{ثابت} \qquad D = \left(1 + \frac{Y Z_L}{2} \right) \quad \text{ثابت}$$

$$\therefore V_S = V_1 + \Delta V_1 = V_R + \Delta V_R + \Delta V_1 \rightarrow 9$$

$$\therefore V_S = V_R + \frac{Z_L}{2} \left(I_R + I_S \right) \rightarrow 10$$

بالتعويض عن قيمة I_S من معادلة (7) في معادلة (10)

$$\therefore V_S = V_R + \frac{Z_L}{2} I_R + \frac{Z_L}{2} \left(Y V_R + \left(1 + \frac{Y Z_L}{2} \right) I_R \right)$$

Scanned by CamScanner

$$\therefore V_S = V_R + \frac{Z_L}{2} I_R + \frac{Z_L}{2} Y V_R + \frac{Z_L}{2} I_R + \frac{Y Z_L^2}{4} I_R$$

$$\therefore V_S = \left(1 + \frac{Y Z_L}{2}\right) V_R + Z_L \left(1 + \frac{Y Z_L}{4}\right) I_R \quad (11)$$

$$\therefore V_S = A V_R + B I_R \rightarrow (12)$$

$$A = 1 + \frac{Y Z_L}{2} \qquad B = Z_L \left(1 + \frac{Y Z_L}{4}\right)$$

$$P_{Loss} = 3 (R/2) (I_S^2 + I_R^2) \rightarrow (13)$$

نستخلص من ذلك أن

$$V_S = A V_R + B I_R$$

$$I_S = C V_R + D I_R$$

حيث أن A, B, C, D هم ثوابت الدائرة المكافئة

Scanned by CamScanner

تمرين رقم 41.24

خط نقل ثلاثي الاوجه تردده 50 هرتز بطول 100 كم
جهد الاستقبال عند نهايته 132 ك.ف له الثوابت التالية

$R/km/phase = 0.15\ \Omega$ $\quad L/km/phase = 1.20\ mH$

$C/km/phase = 0.01\ \mu F$

احسب باستخدام طريقة T

١- الجهد عند الارسال ٢- تيار الارسال ٣- معامل القدرة عند الارسال

اذا علمت أن القدرة عند الاستقبال 72 ميجاوات ومعامل قدرة 0.8 متأخر

الحل

اولا يتم حساب ثوابت الخط بالنسبة للطول الكلي لانها معطاه لكل كم

$$R = 0.15 * 100 = 15\ \Omega$$

$$X_L = 2\pi f L = 2\pi * 50 * 1.2 * 10^{-3} * 100$$
$$= 37.7\ \Omega$$

$$C = 0.01 * 10^{-6} * 100 = 1 * 10^{-6}\ F$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2\pi * 50 * 1 * 10^{6}} = 3183\ \Omega$$

$$V_R = \frac{132 * 10^3}{\sqrt{3}} = 76210\ V$$

$$\varphi_R = \cos^{-1} 0.8 = 36.87^\circ$$

$$I_R = \frac{P_R}{3 * V_R * pf_R} = \frac{72 * 10^6}{3 * 76210 * 0.8}$$

$$I_R = 393.65 \angle -36.87^\circ\ A$$

Scanned by CamScanner

$$V_1 = V_R + I_R \frac{Z_L}{2} = V_R + \Delta V_R$$

$$\frac{Z_L}{2} = \frac{15 + j37.7}{2} = (7.5 + j18.85)\ \Omega$$

$$V_1 = 76210 + 393.65 \angle -36.87 * (7.5 + j18.85)$$

$$V_1 = 83024 + j4164.8 = 83128.48 \angle 2.87^\circ\ V$$

$$V_S = V_1 + \Delta V_1 = V_1 + I_S \frac{Z_L}{2}$$

$$I_C = \frac{V_1}{X_C} = \frac{83128.48 \angle 2.87}{-j3183} = -1.31 + j26\ A$$

$$I_S = I_R + I_C = 393.65 \angle -36.87 * (-1.31 + j26)$$

$$= 377.54 \angle -33.83 = 313.61 - j210.2\ A$$

$$V_S = 83024 + j4164.8 + (313.61 - j210.2) * (7.5 + j18.85)$$

$$V_S = 89338 + 345 + j8499.85$$

$$V_S = 89741.8 \angle 5.4^\circ\ V$$

$$V_S\ (\text{line to line}) = 89741.8 * \sqrt{3}$$

$$= 155.44\ kV$$

Scanned by CamScanner

معامل القدرة عند الارسال

هو الزاوية بين الجهد عند الارسال وتيار الارسال

$\phi_s = 5.4 + 33.83 = 39.23^\circ$

$PF_s = \cos 39.23 = 0.776$ lag

حل آخر

وذلك باستخدام ثوابت الدائرة المكافئة A, B, C, D

$Y = j\omega C = j 2\pi f C$

$Y = j 2\pi * 50 * 1 * 10^{-6} = 3.1416 * 10^{-4} \angle 90$

$Y = 3.1416 * 10^{-4} \angle 90 = j 3.1416 * 10^{-4}$ S

$$A = 1 + \frac{Y Z_L}{2} = \left(1 + \frac{j 3.1416 * 10^{-4} * (15 + j 37.7)}{2}\right)$$

$A = 0.9941 \angle 0.136 = D$

$$B = Z_L \left(1 + \frac{Y Z_L}{4}\right)$$

$$= (15 + j37.7)\left(1 + \frac{j 3.1416 * 10^{-4} * (15 + j 37.7)}{4}\right)$$

$= 40.4544 \angle 68.37$

$C = Y = 3.1416 * 10^{-4} \angle 90$

Scanned by CamScanner

$$I_S = C V_R + D I_R$$

$$= 3.1416 * 10^{-4} \angle 90^\circ * 76210 + [0.9941 \angle 0.136^\circ * 393.65 \angle -36.87^\circ]$$

$$I_S = 313.617 - j210.11 \quad A$$

$$= 377.5 \angle -33.82^\circ \quad A$$

$$V_S = A V_R + B I_R$$

$$= 0.9941 \angle 0.136^\circ * 76210 + [40.4544 \angle 68.37^\circ * 393.65 \angle -36.87^\circ]$$

$$V_S = 89741.8 \angle 5.4^\circ \quad V$$

وحساب معامل القدرة كما حسب سابقاً"

Scanned by CamScanner

41.25

خط نقل ثلاثي الأوجه تردده 50 هرتز طوله 100 كم
القدرة عند نهاية الخط 20MW عند معامل قدره 0.9 متأخر
وجهد 110 ك.ف

R/km/phase = 0.2 Ω $Y = 2.5 * 10^{-6}$ S/km

X_L/km/phase = 0.4 Ω

احسب الجهد والتيار عند الارسال - كفاءة النقل
مستخدماً طريقة T