Electrical Circuits 2

Industrial Education Faculty

Electronics and Machines Section

2th Year

Lecture 5

دوائر التيار المتردد ثلاثي الأطوار

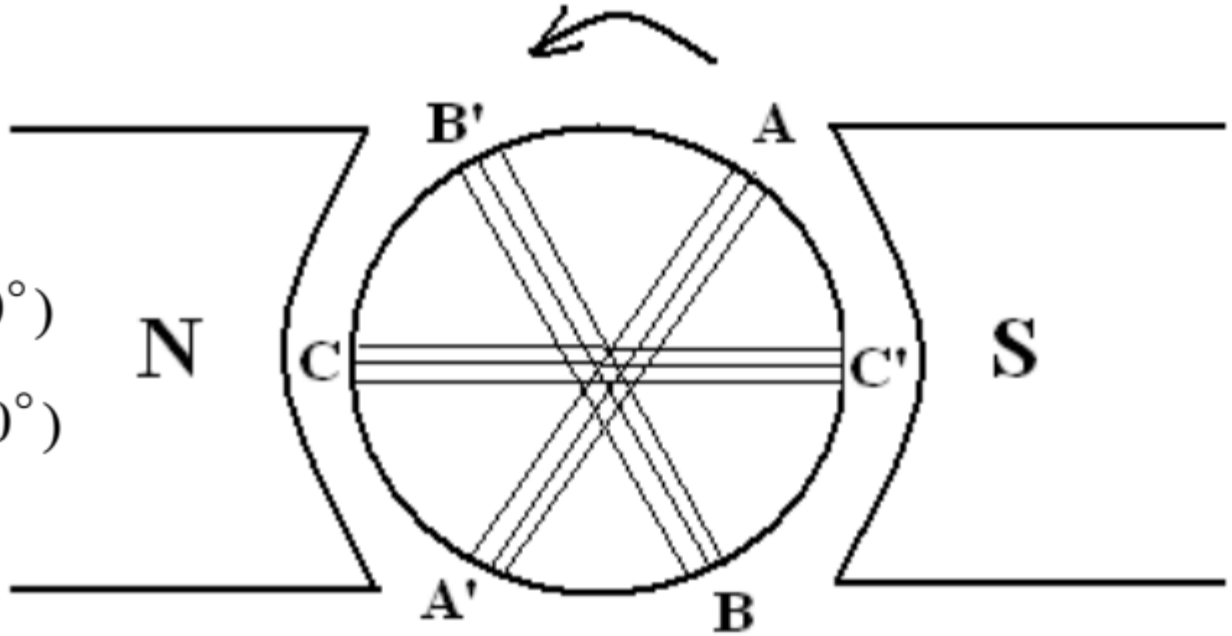
توليد الجهود ثلاثية الأطوار

يحتوى المولد ثلاثى الأوجه على ثلاث ملفات مثبتة على العضو الدوار بحيث يكون بين كل ملف و الآخر زاوية مقدارها ١٢٠ درجة وهذه الملفات الثلاثة تدور في مجال مغناطيسي ثابت كما أنه يمكن أن تكون موصلة على شكل نجمة أو دلتا تحتوي على نفس عدد اللفات وتدور بنفس السرعة الزاوية فإن الجهود الناتجة عن طريق الحث المغناطيسى لها نفس التردد ونفس القيمة العظمى، وتختلف زوايا أطوارها بـ 120ْ. وتعطى هذه الجهود بالمعادلات

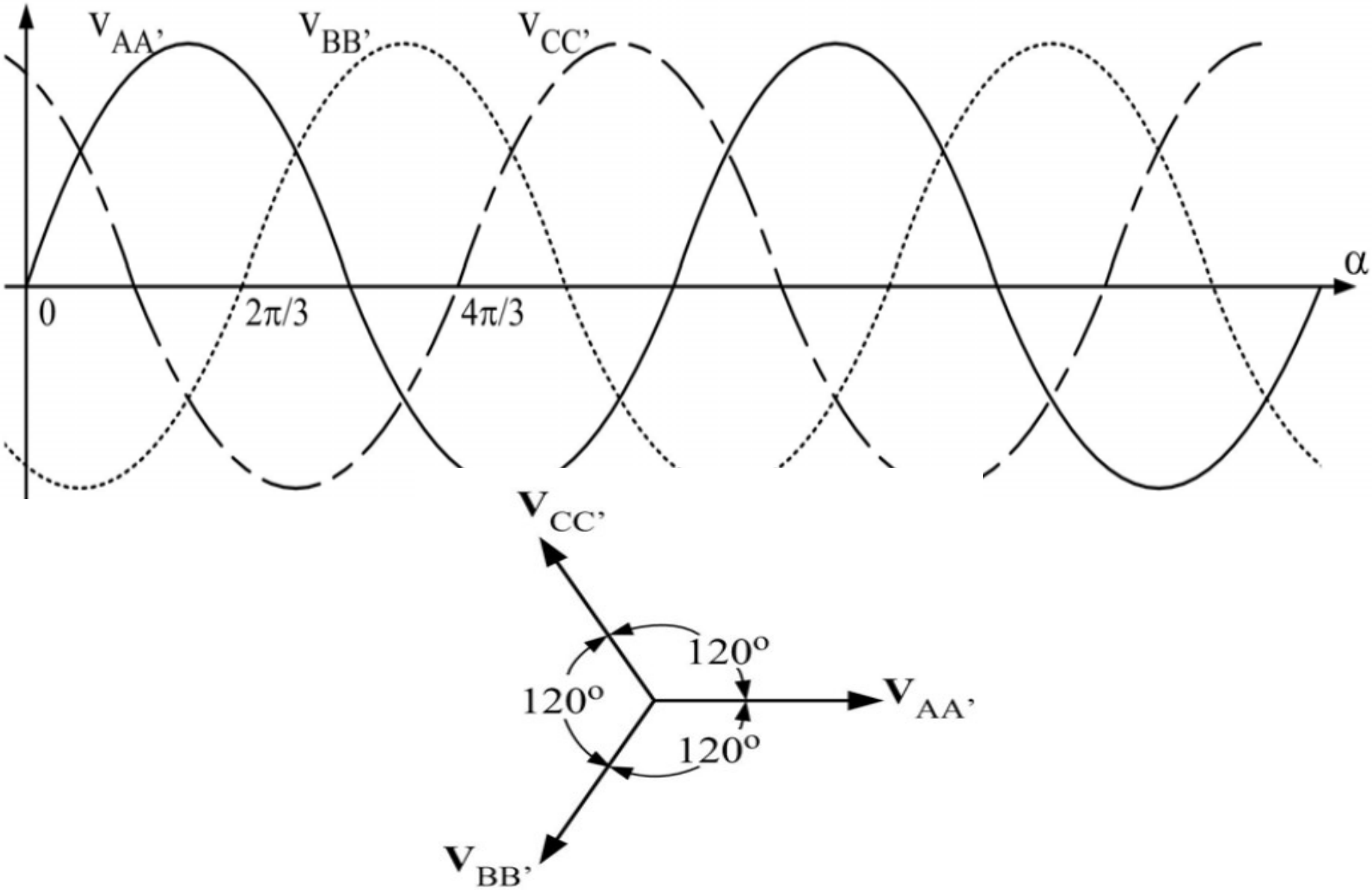
$$v_{AA'} = V\sqrt{2}\sin\omega t$$

$$v_{BB'} = V\sqrt{2}\sin(\omega t - 120^\circ)$$

$$v_{CC'} = V\sqrt{2}\sin(\omega t - 240^\circ)$$



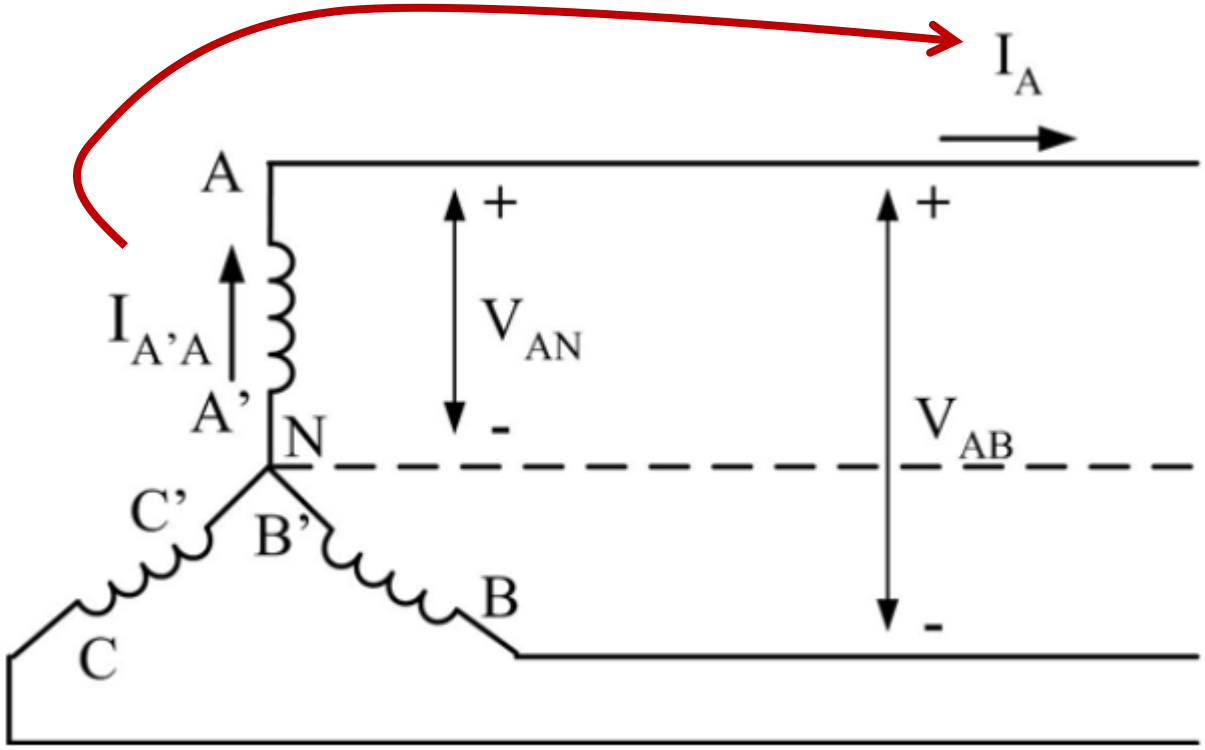
دوائر التيار المتردد ثلاثي الأطوار



دوائر التيار المتردد ثلاثي الأطوار

مولد موصول بتوصيلة النجمة

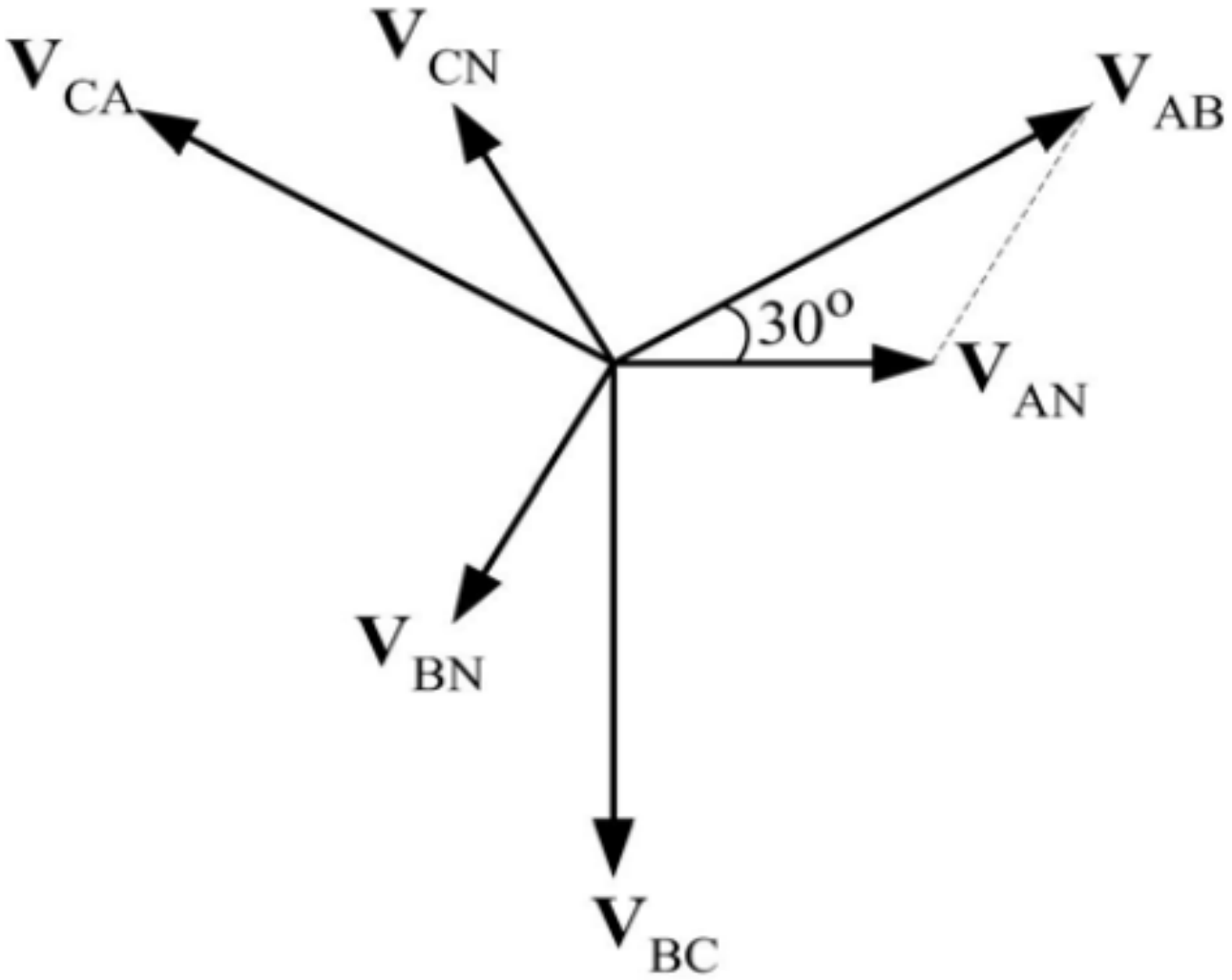
جهد الخط V_{AB}



القيمة الفعالة لجهد الخط V_L في توصيلة النجمة تساوي $\sqrt{3}$ مرة القيمة الفعالة لجهد الطور

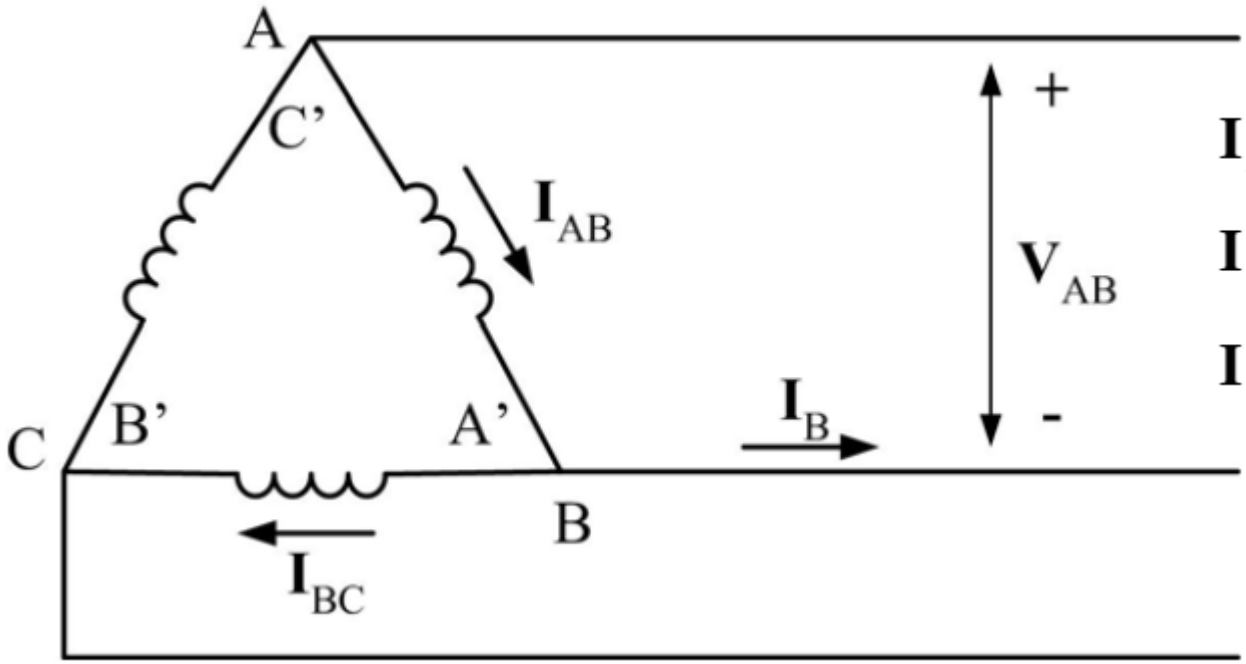
$$V_L = V\sqrt{3}$$

دوائر التيار المتردد ثلاثي الأطوار



دوائر التيار المتردد ثلاثي الأطوار

مولد موصول بتوصيلة الدلتا



$$\mathbf{I}_{AB} = I\angle 0^\circ$$

$$\mathbf{I}_{BC} = I\angle -120^\circ$$

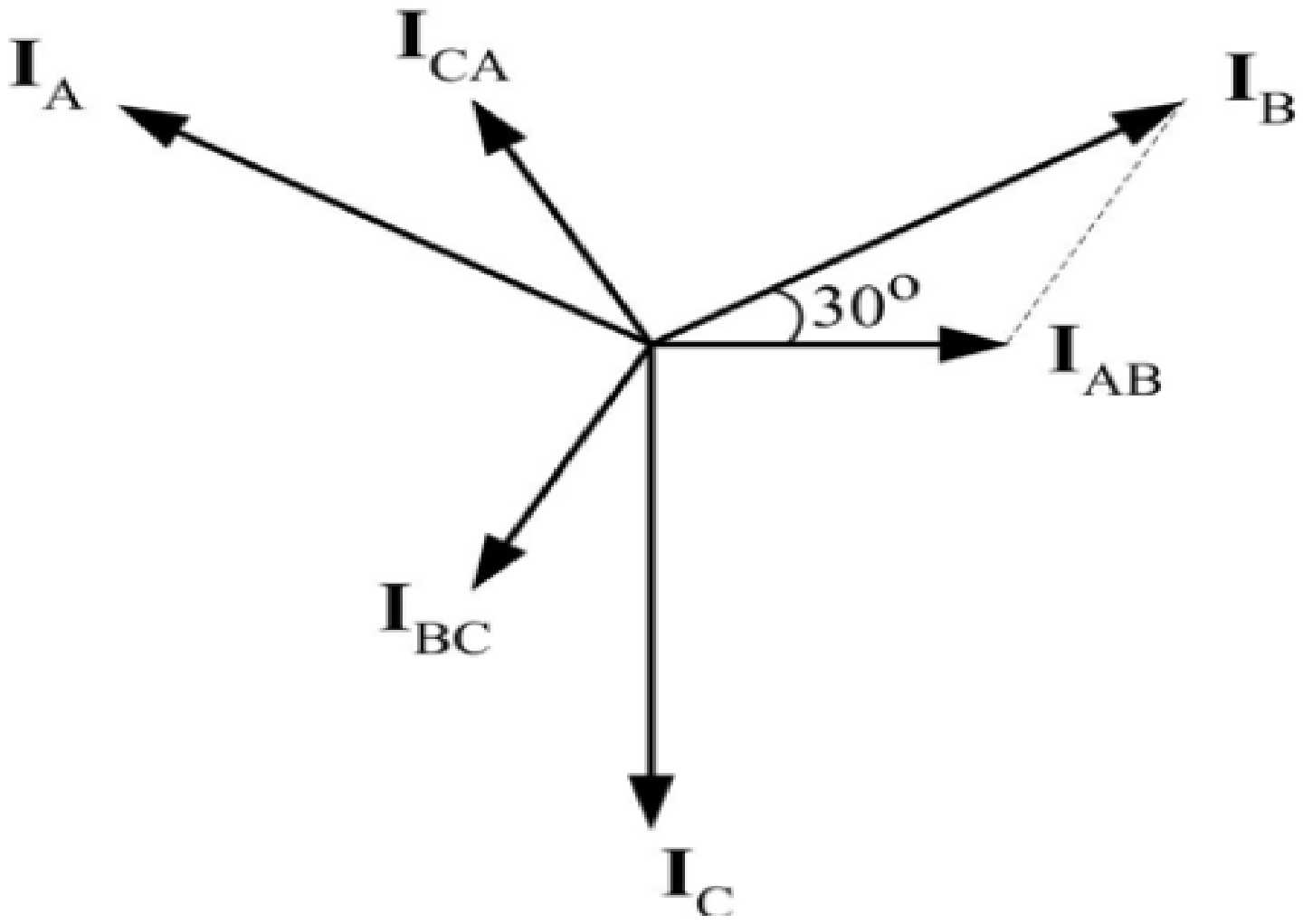
$$\mathbf{I}_{CA} = I\angle -240^\circ = I\angle 120^\circ$$

$$\mathbf{I}_B = \mathbf{I}_{AB} - \mathbf{I}_{BC}$$

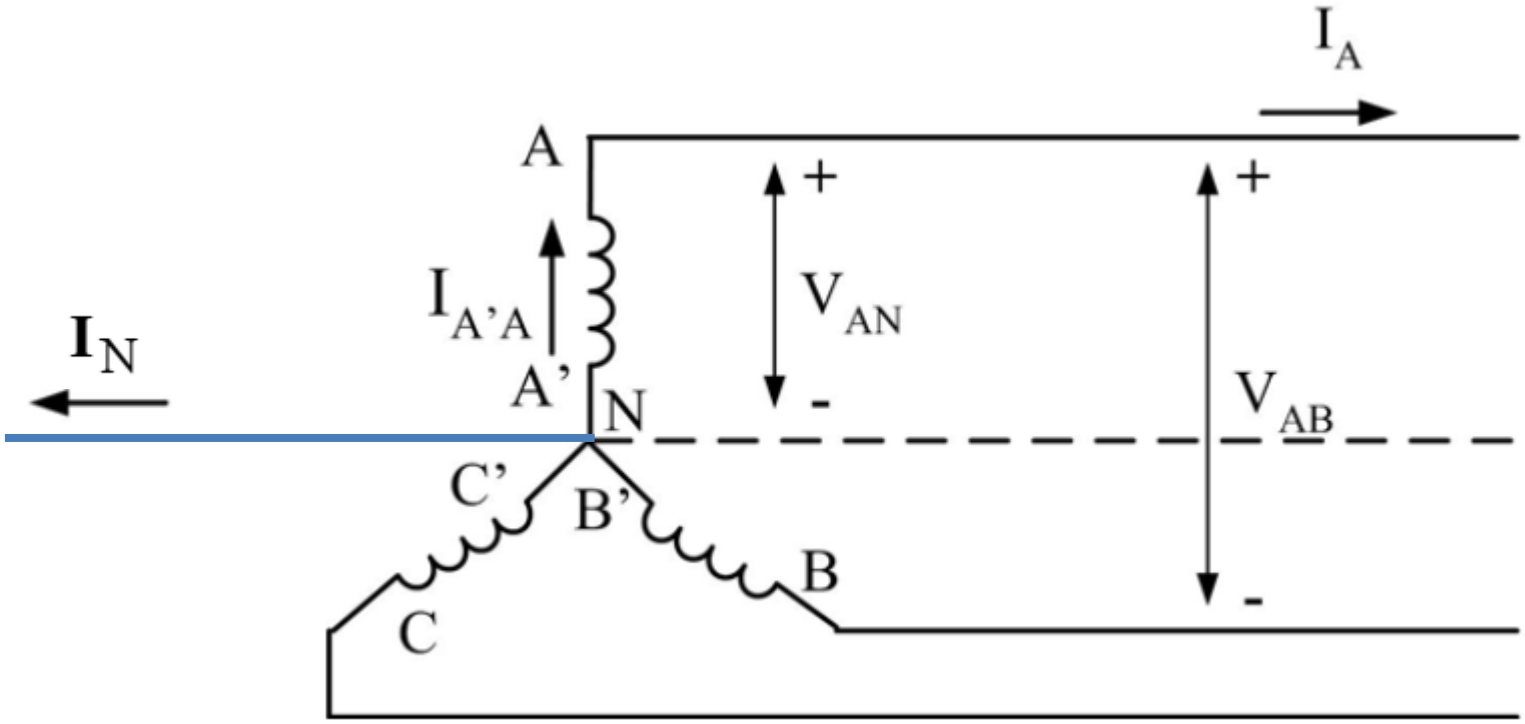
$$= I\angle 0^\circ - I\angle -120^\circ$$

$$= I\sqrt{3}\ \angle 30^\circ \qquad I_L = I\sqrt{3}$$

دوائر التيار المتردد ثلاثي الأطوار



دوائر التيار المتردد ثلاثي الأطوار

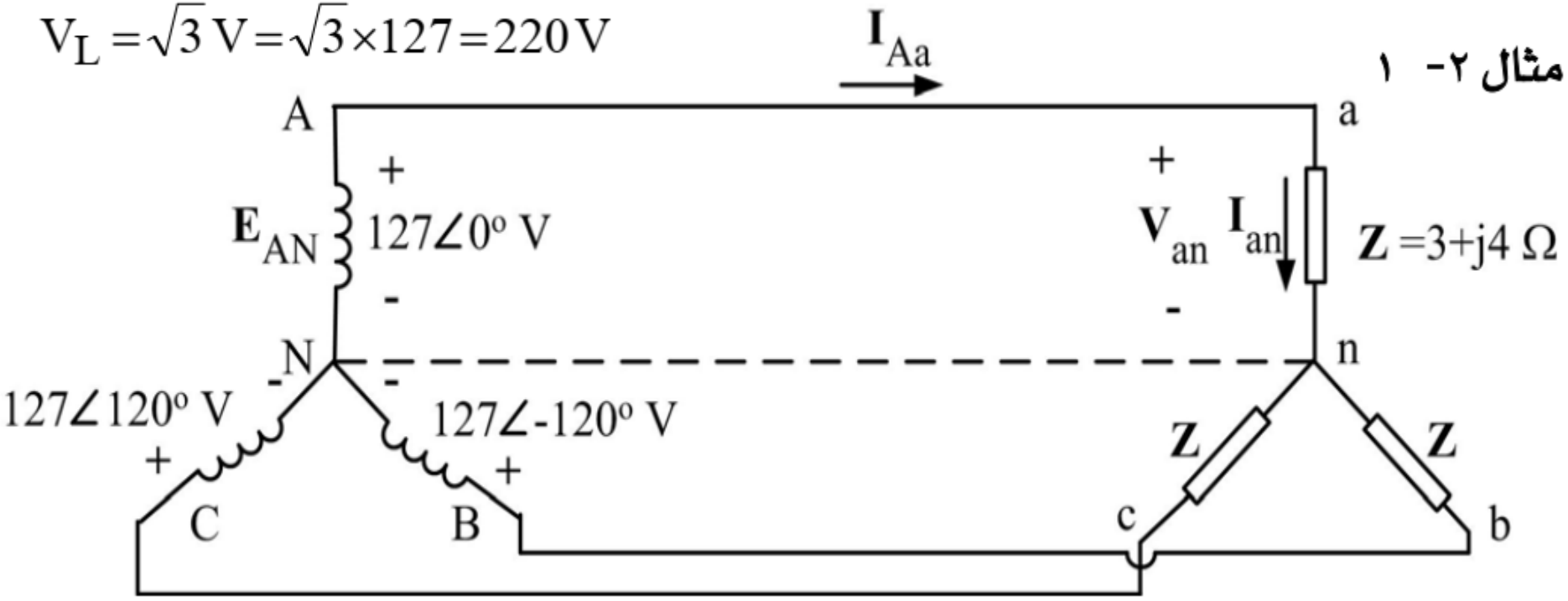


$$\mathbf{I}_N = \mathbf{I}_A + \mathbf{I}_B + \mathbf{I}_C = 0$$

الأحمال متزنة

مثال ۲- ۱

$V_L = \sqrt{3}\,V = \sqrt{3}\times 127 = 220\,V$



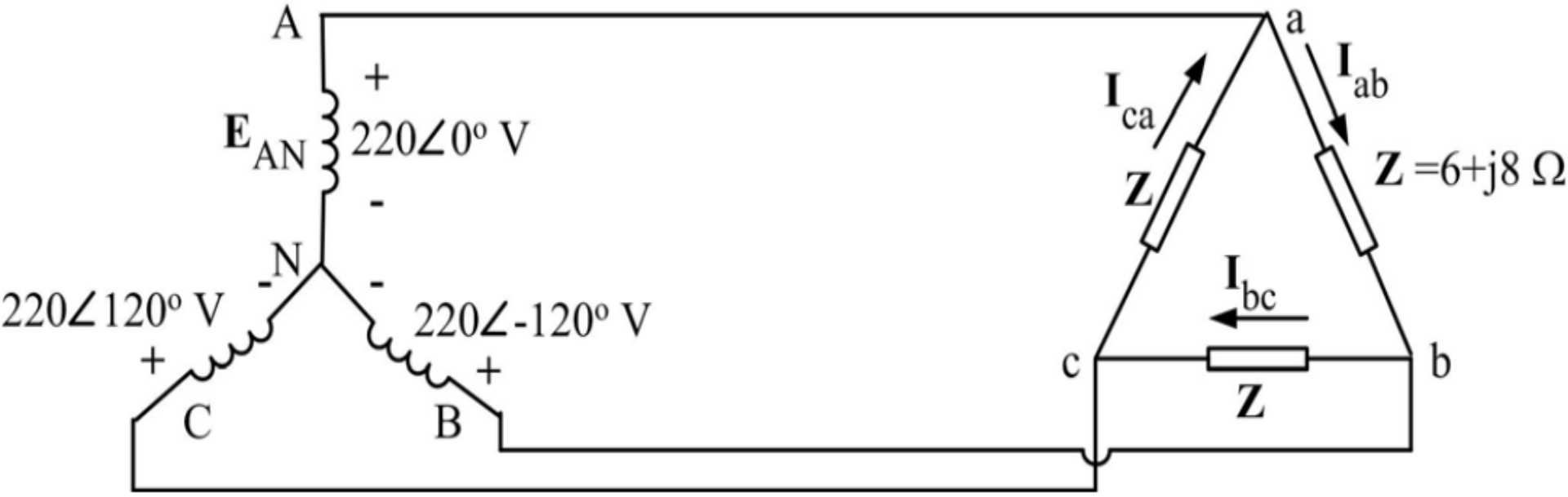
$$\mathbf{I}_{Aa} = \mathbf{I}_{an} = \frac{\mathbf{V}_{an}}{\mathbf{Z}} = \frac{\mathbf{E}_{AN}}{\mathbf{Z}} = \frac{127\angle 0^\circ}{3+j4} = \frac{127\angle 0^\circ}{5\angle 53.1^\circ} = 25.4\angle -53.1^\circ\ A$$

$$\mathbf{I}_{Bb} = \mathbf{I}_{bn} = \frac{\mathbf{V}_{bn}}{\mathbf{Z}} = \frac{\mathbf{E}_{BN}}{\mathbf{Z}} = \frac{127\angle -120^\circ}{5\angle 53.1^\circ} = 25.4\angle -173.1^\circ\ A$$

$$\mathbf{I}_{Cc} = \mathbf{I}_{cn} = \frac{\mathbf{V}_{cn}}{\mathbf{Z}} = \frac{\mathbf{E}_{CN}}{\mathbf{Z}} = \frac{127\angle 120^\circ}{5\angle 53.1^\circ} = 25.4\angle 66.9^\circ\ A$$

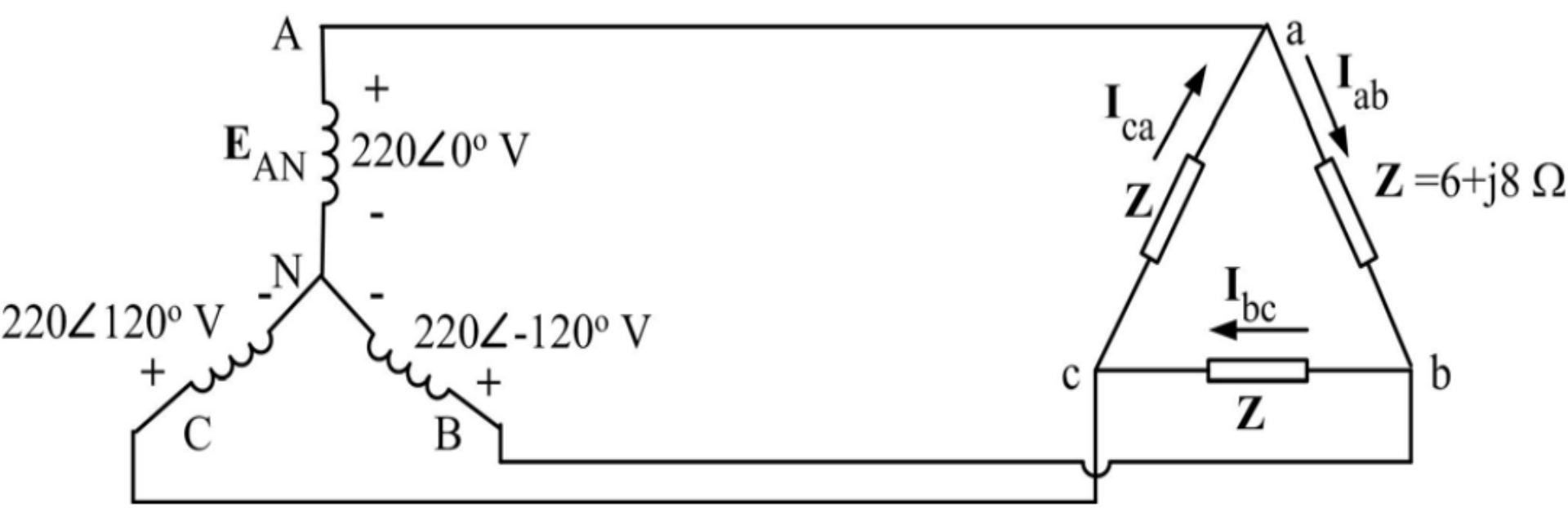
$$\mathbf{I}_N = \mathbf{I}_{Aa} + \mathbf{I}_{Bb} + \mathbf{I}_{Cc} = 0$$

مثال ٢- ١- ٢: وصل حمل ثلاثي الأطوار توصيلة دلتا بمولد ذي توصيلة نجمة كما هو مبين في الشكل ٢- ٩. احسب تيار كل طور من الحمل وكذلك القيمة الفعالة لتيار الخط.



$$\mathbf{I}_{ab} = \frac{\mathbf{V}_{ab}}{\mathbf{Z}} = \frac{\mathbf{V}_{AB}}{\mathbf{Z}} = \frac{\mathbf{V}_{AN} - \mathbf{V}_{BN}}{\mathbf{Z}}$$

$$= \frac{220\angle 0^\circ - 220\angle -120^\circ}{6 + j8} = \frac{380\angle 30^\circ}{10\angle 53.1^\circ} = 38\angle -23.1^\circ \text{ A}$$



$$\mathbf{I}_{bc}=\frac{\mathbf{V}_{bc}}{\mathbf{Z}}=\frac{\mathbf{V}_{BC}}{\mathbf{Z}}=\frac{\mathbf{V}_{BN}-\mathbf{V}_{CN}}{\mathbf{Z}}$$

$$=\frac{220\angle-120^\circ-220\angle120^\circ}{6+j8}=\frac{380\angle-90^\circ}{10\angle53.1^\circ}=38\angle-143.1^\circ\ \text{A}$$

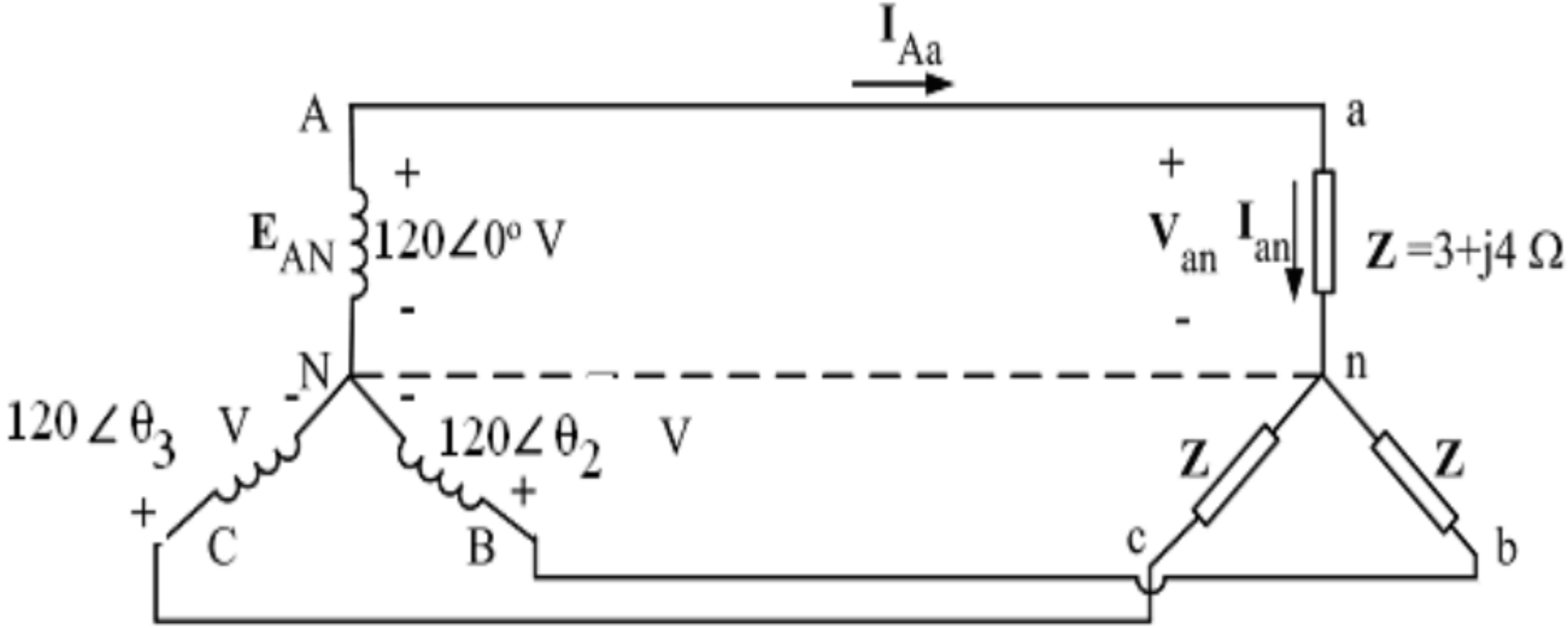
$$\mathbf{I}_{ca}=\frac{\mathbf{V}_{ca}}{\mathbf{Z}}=\frac{\mathbf{V}_{CA}}{\mathbf{Z}}=\frac{\mathbf{V}_{CN}-\mathbf{V}_{AN}}{\mathbf{Z}}$$

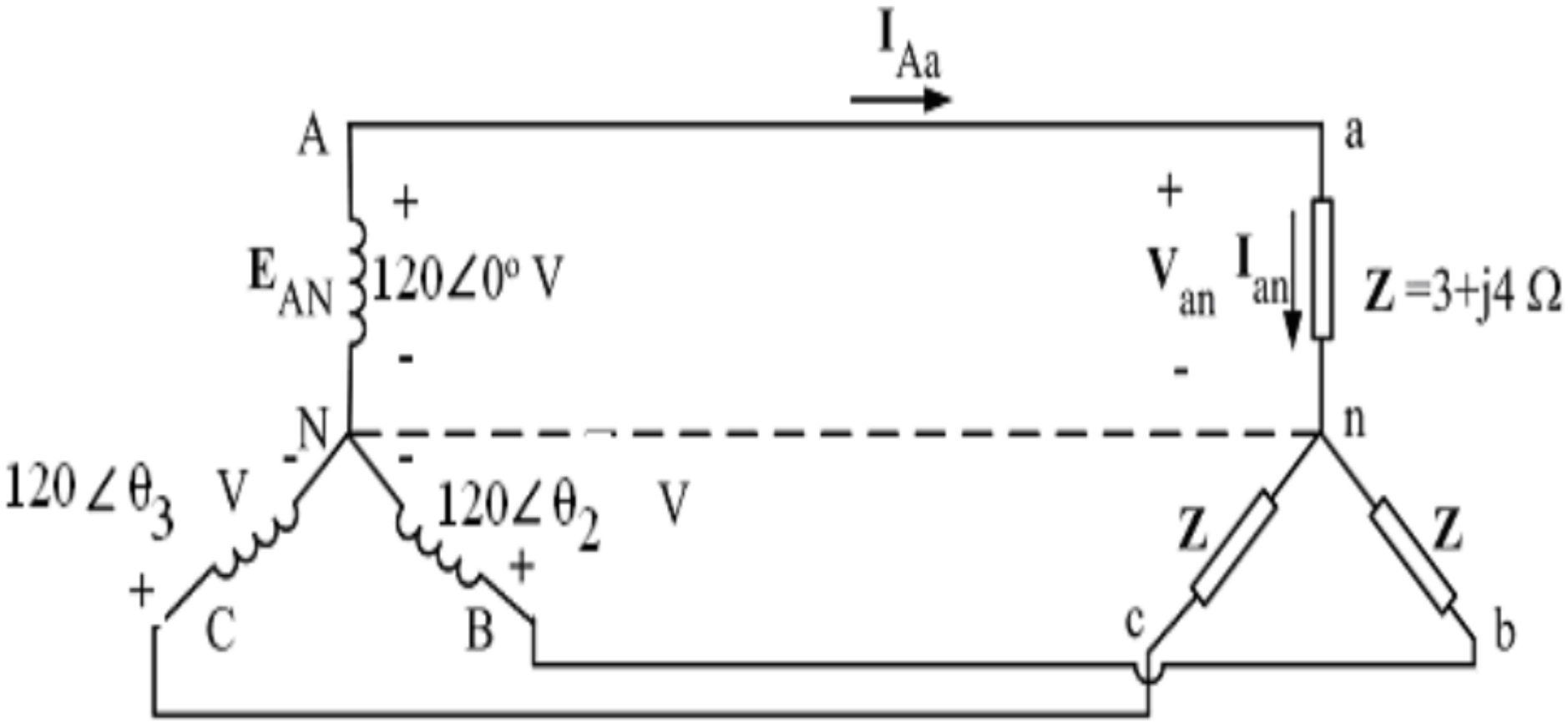
$$I_L=\sqrt{3}\,I=\sqrt{3}\times38=65.8\,\text{A}$$

$$=\frac{220\angle120^\circ-220\angle0^\circ}{6+j8}=\frac{380\angle150^\circ}{10\angle53.1^\circ}=38\angle96.9^\circ\ \text{A}$$

مثال ٢- ١- ٣: تتابع الأطوار للمولد الموصل على شكل نجمة في الشكل ٢- ١٠ هو ABC والمطلوب ما يلي:

- أوجد زوايا الطور θ_3, θ_2
- أوجد مقدار جهود الخطوط
- أوجد تيارات الخطوط
- أثبت أنه عندما تكون الأحمال متزنة فإن التيار الحيادي معدوم

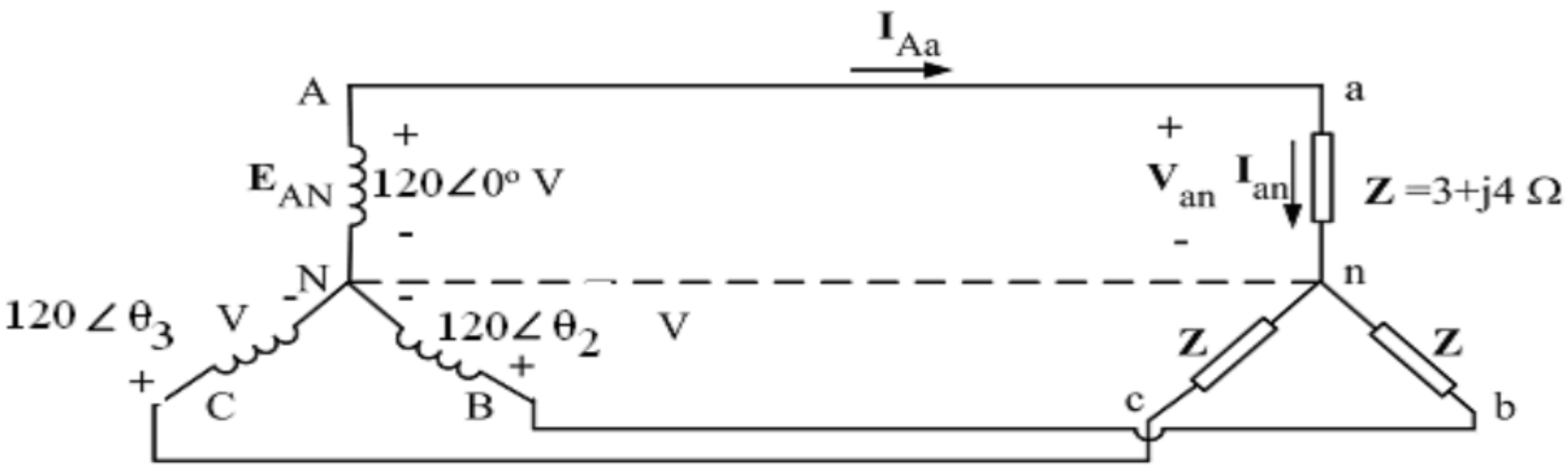




تتابع الأطوار هو ABC فإن

$$\theta_2 = -120^o \quad \theta_2 = -240^o = 120^o$$

$$V_{AB} = V_{BC} = V_{CA} = \sqrt{3} \times 120 = 208\ V$$



$$\mathbf{I}_{Aa} = \mathbf{I}_{an} = \frac{\mathbf{V}_{an}}{\mathbf{Z}} = \frac{120\angle 0^\circ}{3+j4} = \frac{120\angle\ ^\circ}{5\angle 53.1^\circ} = 24\angle -53.1^\circ\ A = 14.4 - j19.2\ A$$

$$\mathbf{I}_{Bb} = \mathbf{I}_{bn} = \frac{\mathbf{V}_{bn}}{\mathbf{Z}} = \frac{120\angle -120^\circ}{3+j4} = \frac{120\angle -120^\circ}{5\angle 53.1^\circ} = 24\angle -173.1^\circ\ A = -23.8 - j2.9\ A$$

$$\mathbf{I}_{Cc} = \mathbf{I}_{cn} = \frac{\mathbf{V}_{cn}}{\mathbf{Z}} = \frac{120\angle 120^\circ}{3+j4} = \frac{120\angle 120^\circ}{5\angle 53.1^\circ} = 24\angle 66.9^\circ\ A = 9.4 + j22.1\ A$$

$$I_N = I_{Aa} + I_{Bb} + I_{Cc} = 14.4 - j19.2 - 23.8 - j2.9 + 9.4 + j22.1 = 0$$

$$\mathbf{I}_N = \mathbf{I}_{Aa} + \mathbf{I}_{Bb} + \mathbf{I}_{Cc} = 14.4 - j19.2 - 23.8 - j2.9 + 9.4 + j22{,}1 = 0$$

دوائر التيار المتردد ثلاثي الأطوار

حسابات القدرة

القدرة الفعالة التي يستهلكها طور واحد بالمعادلة: $P = V I \cos\theta$

القدرة الفعالة الكلية للحمل هي

$$P_T = 3\,P$$

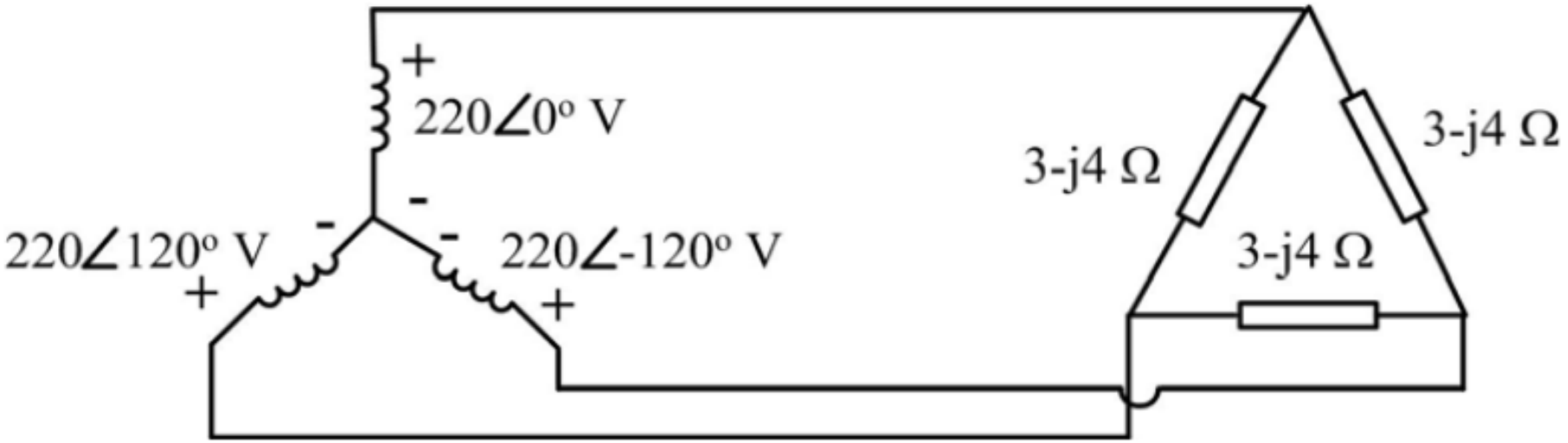
وفي كلتا التوصيلتين (النجمة والدلتا) نستنتج

$$P_T = \sqrt{3}\,V_L\,I_L\cos\theta$$

$$Q_T = \sqrt{3}\,V_L\,I_L\sin\theta$$

$$S_T = \sqrt{3}\,V_L\,I_L$$

احسب القدرة الفعالة والقدرة غير الفعالة المستهلكة من طرف الحمل. المبين في الشكل



$$Z = 3 - j4\ \Omega = 5\angle -53.1^{\circ}\ \Omega$$

$$I = \frac{V_L}{Z} = \frac{380}{5} = 76\,A$$

$$I_L = \sqrt{3}\,I = \sqrt{3} \times 76 = 131.6\,A$$

$$P_T = \sqrt{3}\,V_L\,I_L \cos\theta = \sqrt{3} \times 380 \times 131.6 \times \cos(-53.1^{\circ}) = 25\,kW$$

$$Q_T = \sqrt{3}\,V_L\,I_L \sin\theta = \sqrt{3} \times 380 \times 131.6 \times \sin(-53.1^{\circ}) = -69\,kVAR$$