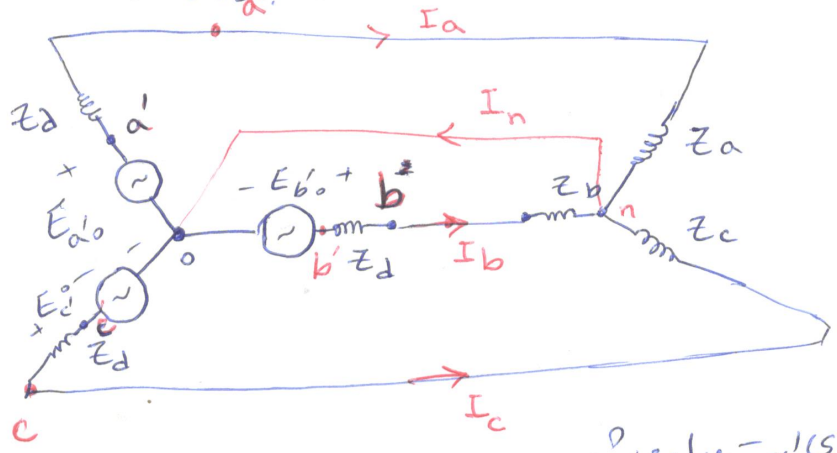
بنام خدا

جلسه دوم جریان سیستم‌های قدرت I — مدرس: عسگری

سیستم‌های سه‌فاز متعادل:

ولتاژ و جریان در مدارهای سه‌فاز متعادل را ثابت کردن اینکه اگر منبع ولتاژ متعادل باشد و بار نیز متعادل باشد کلیه جریان ها و ولتاژها نیز متعادل می‌باشند

سیستم قدرت دارای منابع سه‌فاز هستند و این منابع در حالت ایده‌آل به بارهای سه‌فاز متصل می‌شوند یعنی بارهایی که در سه شاخه خود امپدانس یکسانی دارند، هرچند که بارهای روشنایی و موتورهای کوچک تکفاز در سیستم وجود دارد ولی سیستم توزیع به نحوی طراحی می‌شود که روی هر فاز بارها تقریباً یکسانی قرار گیرد و سه‌فاز متعادل برقرار باشد.



یک منبع ولتاژ دارای سه سری محرکه داخلی به علاوه امپدانس داخلی است و بارها نیز معمولاً جوری سلفی هستند یک امپدانس که دارای یک مقاومت و اکتانس سری است مدل می‌شود

در شکل بالا منبع با اتصال Y نقطه خنثی o به یک بار متعادل Y با نقطه خنثی n متصل است فرض می‌شود که بین منبع و بار امپدانسی وجود نداشته باشد از طرفی امپدانس خطوط بین o و n ناچیز است و هم ولتاژ هستند

اگر $E_{a'o}$، $E_{b'o}$، $E_{c'o}$ دارای دامنه‌ی $100^{\angle}$ باشند و از آنجایی که اختلاف فاز بین آنها

(۲)

$E_{a'o}$ را مرجع قرار می‌دهیم:

$$E_{a'o} = 100\angle 0^\circ \Rightarrow V_{ao} = E_{a'o} - Z_d I_{an}$$

$$E_{b'o} = 100\angle -120^\circ \Rightarrow V_{bo} = E_{b'o} - Z_d I_{bn}$$

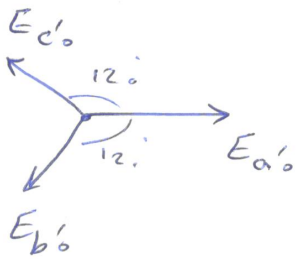
$$E_{c'o} = 100\angle 120^\circ \Rightarrow V_{co} = E'_{co} - Z_d I_{cn}$$

از طرفی ولتاژ خروجی دو سر منبع با ولتاژ بار یکی است پس داریم:

$$I_a = \frac{V_{ao}}{Z_a} = \frac{E_{a'o}}{Z_d + Z_a}$$

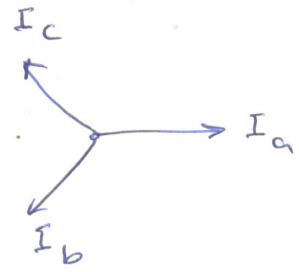
$$I_b = \frac{V_{bo}}{Z_b} = \frac{E'_{bo}}{Z_d + Z_b}$$

$$I_c = \frac{V_{co}}{Z_c} = \frac{E'_{co}}{Z_d + Z_c}$$



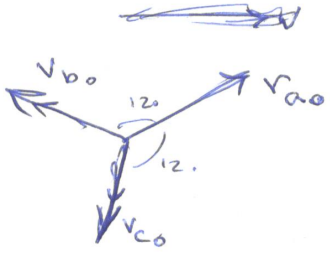
چون $Z_b + Z_c = Z_d + Z_b = Z_d + Z_a$ مرجع هستند، صورت‌ها هم مقدار یکسان دارند

جریان‌ها ۱۲۰° اختلاف دارند ⟸ جریان‌ها نیز ۱۲۰° دیگر اختلاف دارند



$$I_a = \frac{V_{ao}}{Z_a}$$

$\Rightarrow$ ولتاژها هم ۱۲۰° اختلاف دارند

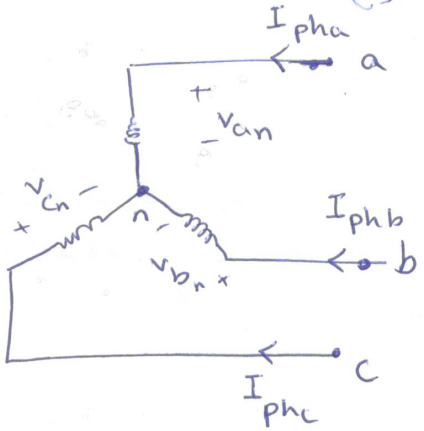


پس عادتاً جریان و ولتاژ نیز باهم ۱۲۰° اختلاف فاز دارند و سیستم کاملاً متعادل است

روابط ولتاژ و جریان در بارهای متعادل ستاره و مثلث.

توالی فازها abc در ساعتگرد بیان می‌شود.

اتصال ستاره

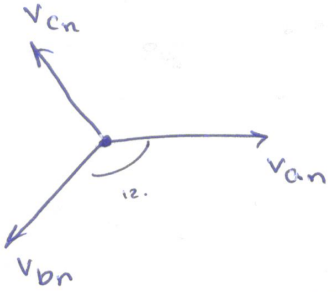


$$I_{pha} = I_a$$

$$I_{phb} = I_b$$

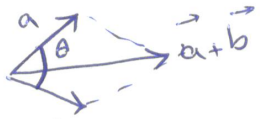
$$I_{phc} = I_c$$

$$I_{ph} = I_L$$

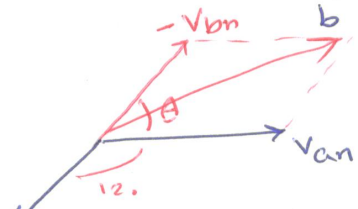


$$V_{ab} = V_{an} - V_{bn}$$

نکته:



$$\vec{a}+\vec{b} = \sqrt{|a|^2+|b|^2+2|a||b|\cos\theta}$$



$$V_{ab} = \vec{V}_{an} + (-\vec{V}_{bn})$$

$$V_{ab} = \sqrt{|V_{an}|^2+|V_{bn}|^2+2|V_{an}||V_{bn}|\cos 60^\circ}$$

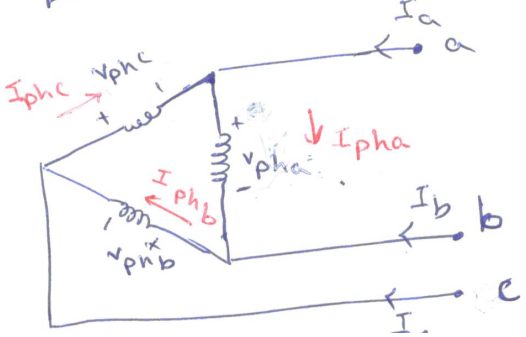
چون $\cos 60^\circ = \frac{1}{2}$

چون $|V_{an}| = |V_{bn}| = |V_{ph}|$

$$\vec{V}_{ab} = \sqrt{3|V_{ph}|^2} = \sqrt{3}\,V_{ph}$$

$$\Rightarrow V_L = \sqrt{3}\,V_{ph}$$

اتصال مثلث



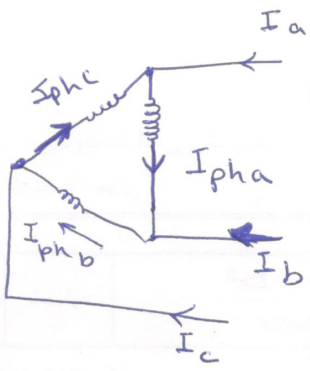
$$|V_{ab}| = |V_{pha}|$$

$$V_{bc} = V_{phb}$$

$$V_{ca} = V_{phc}$$

(۴)

اتصال مثلث

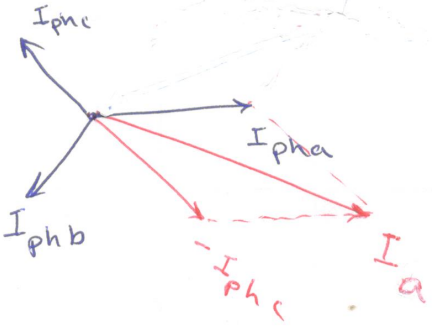


$$I_{phc} + I_a = I_{pha}$$

$$\Rightarrow I_a = I_{pha} - I_{phc}$$

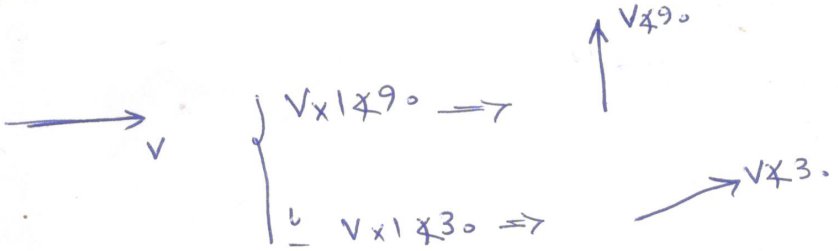
$$I_b = I_{phb} - I_{pha}$$

$$I_c = I_{phc} - I_{phb}$$



$$I_a = \sqrt{3}\, I_{ph}$$

نکته: اگر عدد مختلط را در یک عدد مختلط دیگر به اندازه‌ی θ ضرب کنیم اندازه‌ی آن تغییر نکرده و زاویه به اندازه‌ی θ می‌چرخد. به فرض اگر بردار V به صورت زیر باشد



برای سیستم سه فاز عدد a را تعریف می‌کنیم به طوری که $a = 1\angle 120^\circ$ / $a^2 = 1\angle 240^\circ$ / $a^3 = 1\angle 360^\circ = 1$

$$V_{an} \angle 0$$

$$V_{bn} = V_{an} \times a^2$$

$$V_{cn} = V_{an} \times a$$