অধ্যায়-১১

অসম-পাওয়ার ব্যবস্থা

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

**** ১। অসম পাওয়ার সিস্টেম কাকে বলে?**
অথবা, আনব্যালেন্স পাওয়ার সিস্টেম কাকে বলে?

বাকাশিবো- ২০০৪, ০৮, ০৯, ১৩'পরি, ২৩

উত্তরঃ যখন কোনো $(3-\varphi)$ পাওয়ার সিস্টেমে প্রতি ফেজের ইম্পিড্যান্স, কারেন্ট এবং পাওয়ার অসমান হয় তখন তাকে অসম (আনব্যালেন্স) পাওয়ার সিস্টেম বলে।

***** ২। ফোর্টেস্কিউ থিওরেম কী?**

বাকাশিবো- ২০১০'পরি, ১৩'পরি, ১৫, ১৬'পরি, ২০'পরি, ২২

উত্তরঃ যখন অসম (আনব্যালেন্স) তিন ফেজ সিস্টেমের তিনটি ভেক্টরকে (ভোল্টেজ অথবা কারেন্ট এর) সুষম বা ব্যালেন্স সিস্টেমের তিন সেট ভেক্টর হিসেবে বিশ্লেষণ করা যায়, তাদেরকে অসম বা আনব্যালেন্স ভেক্টর গুলোর সিমেট্রিক্যাল (সুষম) কম্পোনেন্ট বলে। এটিই ফোর্টেস্কিউ থিওরেম নামে পরিচিত।

**** ৩। সিমেট্রিক্যাল কাম্পোনেন্ট কাকে বলে?**

বাকাশিবো- ২০১১, ১৩, ১২ 'পরি, ১৫, ১৫ 'পরি

উত্তরঃ যখন অসম (আনব্যালেন্স) তিন ফেজ সিস্টেমের তিনটি ভেক্টরকে (ভোল্টেজ অথবা কারেন্ট এর) সুষম বা ব্যালেন্স সিস্টেমের তিন সেট ভেক্টর

হিসেবে বিশ্লেষণ করা যায়, তাদেরকে অসম বা আনব্যালেন্স ভেক্টর গুলোর সিমেট্রিক্যাল (সুষম) কম্পোনেন্ট বলে।

*** ৪। সিমেট্রিক্যাল কম্পোনেন্ট ভেক্টরগুলো কী কী?**

উত্তরঃ সিমেট্রিক্যাল কম্পোনেন্ট ভেক্টরগুলো নিম্নরূপ ঃ

১) জিরো ফেজ সিকুয়েন্স কম্পোনেন্ট।

২) পজিটিভ ফেজ সিকুয়েন্স কম্পোনেন্ট।

৩) নেগেটিভ ফেজ সিকুয়েন্স কম্পোনেন্ট।

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। কী কী কারণে পলিফেজ সিস্টেম আনব্যালেন্স হয়?**

বাকাশিবো- ২০১৪ 'পরি, ১৫, ১৬ 'পরি, ১৭, ২০

উত্তরঃ যে যে কারণে পলিফেজ সিস্টেম আনব্যালেন্স হয় তা নিম্নরূপ ঃ

১) প্রতিটি ফেজের কৌণিক ব্যবধান অসমান হলে।

২) প্রত্যেক ফেজের ইম্পিড্যান্স ভিন্ন হলে।

৩) প্রত্যেক ফেজের কারেন্ট ভিন্ন হলে।

৪) প্রত্যেক ফেজের পাওয়ার ভিন্ন হলে।

৫) প্রত্যেক ফেজের ভোল্টেজ অসমান হলে।

***** ২। আনব্যালেন্স তিন-ফেজ সিস্টেমের ভেক্টরগুলো বিশ্লেষণ এর ধাপ কয়টি ও কী কী?**

উত্তরঃ আনব্যালেন্স সিস্টেমের ভেক্টরগুলো বিশ্লেষণ এর ধাপ নিম্নরূপ ঃ

১) জিরো ফেজ সিকুয়েন্স কম্পোনেন্ট।

২) পজিটিভ ফেজ সিকুয়েন্স কম্পোনেন্ট।

৩) নেগেটিভ ফেজ সিকুয়েন্স কম্পোনেন্ট।

**** ৩। পজিটিভ ফেজ সিকুয়েন্স কম্পোনেন্ট কাকে বলে?**

বাকাশিবো- ২০১৩ 'পরি, ২০ 'পরি

উত্তরঃ পজিটিভ সিকুয়েন্স কম্পোনেন্ট হচ্ছে $V_{a_1}, V_{b_1}, V_{c_1}$ অথবা, $I_{a_1}, I_{b_1}, I_{c_1}$ যা কোনো ব্যালেন্স সিস্টেমের তিনটি ফেজের মান নির্দেশ করে। ফেজগুলো পরস্পরের সাথে $120°$ ডিগ্রি কোণে অবস্থান করে এবং প্রতিটি ফেজ অরিজিনাল সিস্টেমের সাথে একই ফেজ সিকুয়েন্সে থাকে। এই ধরনের ফেজগুলোকে পজিটিভ সিকুয়েন্স কম্পোনেন্ট বলে।

**** ৪। ফেজ সিকুয়েন্স চেক করা প্রয়োজন কেন?**

অথবা, তিন-ফেজ সিস্টেমের ক্ষেত্রে ফেজ সিকুয়েন্স চেক করার প্রয়োজনীয়তা কী?

বাকাশিবো- ২০১৫, ১৫ 'পরি, ২২

উত্তরঃ ট্রান্সফরমার ব্যাংকিং অথবা ট্রান্সফরমার এর প্যারালাল সংযোগ এবং জেনারেটরের প্যারালাল অপারেশন এর জন্য ফেজ সিকুয়েন্স চেক করে প্যারালালে সংযোগ করতে হয়। ফেজ সিকুয়েন্স চেক না করে অথবা ফেজ সিকুয়েন্স ঠিক না রেখে প্যারালালে সংযোগ করলে মেশিনগুলো নষ্ট হয়ে যাবে। এছাড়া তিন-ফেজ $(3-\varphi)$ ইন্ডাকশন মোটরের ঘূর্ণনের দিক নির্ণয় করার জন্য ফেজ সিকুয়েন্স চেক করা প্রয়োজন হয়।

***** ৫। ‘j’ অপারেটর ও ‘a’ অপারেটর এর মধ্যে পার্থক্য লেখ।**

বাকাশিবো- ২০২১

উত্তরঃ ‘j’ অপারেটর ও ‘a’ অপারেটর এর মধ্যে পার্থক্য নিচে দেওয়া হলো ঃ

‘j’ অপারেটর	‘a’ অপারেটর
১) ‘j’ এমন একটি অপারেটর যা কোনো ভেক্টর বা ফেজ এর সাথে গুণ আকারে থেকে উক্ত ভেক্টর বা ফেজকে $90°$ ডিগ্রি ঘড়ির কাঁটার বিপরীত দিকে বা বামদিকে ঘূর্ণন নির্দেশ করে, তাকে ‘j’ অপারেটর বলে।	১) ‘a’ এমন একটি অপারেটর, যার মান $a = 1\angle 120°$ এবং এটি কোনো ভেক্টরের সাথে মাল্টিপ্লায়ার (গুণ) আকারে থেকে উক্ত ভেক্টরকে ঘড়ির কাঁটার রিপরীত দিকে $120°$ অথবা বাম দিকে $120°$ ডিগ্রি ঘুরায়, তাকে ‘a’ অপারেটর বলে।
২) এর মান $j = \sqrt{-1}$	২) অপারেটর এর মান, $a = 1\angle 120°$
৩) ‘j’ অপারেটর এক-ফেজ $(1 - \varphi)$ এর ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়।	৩) ‘a’ অপারেটর $(3 - \varphi)$ এর ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়।

SOS গাণিতিক সমস্যাবলি ঃ

প্রয়োজনীয় সূত্রসমূহ ঃ

(ক) জিরো সিকুয়েন্স এ ভোল্টেজ এর সূত্র ঃ

$$V_{a_0} = V_{b_0} = V_{c_0} = \frac{1}{3}(\mathrm{V_a} + \mathrm{V_b} + \mathrm{V_c})$$

$\longrightarrow V_{a_0}$

$\longrightarrow V_{b_0}$

$\longrightarrow V_{c_0}$

(খ) জিরো সিকুয়েন্সে কারেন্টের সূত্র ঃ

$$I_{a_0} = I_{b_0} = I_{c_0} = \frac{1}{3}(\mathrm{I_a} + \mathrm{I_b} + \mathrm{I_c})$$

$\longrightarrow I_{a_0}$

$\longrightarrow I_{b_0}$

$\longrightarrow I_{c_0}$

(গ) পজিটিভ সিকুয়েন্সে ভোল্টেজ ঃ

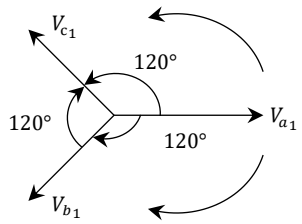
$$V_{a_1} = \frac{1}{3}(\mathrm{V_a} + {}_{\mathrm{a}}\mathrm{V_b} + {}_{\mathrm{a}^2}\mathrm{V_c})$$

$$\therefore V_{b_1} = V_{a_1}\angle -120^\circ$$

অথবা, $V_{b_1} = V_{a_1}\angle +240^\circ$ অথবা, $V_{b_1} = \mathrm{a}^2 V_{a_1}$

$$\therefore V_{c_1} = V_{a_1}\angle -240^\circ$$

অথবা, $V_{c_1} = V_{a_1}\angle +120^\circ$ অথবা, $V_{c_1} = aV_{a_1}$



চিত্র ঃ পজিটিভ সিকুয়েন্স

(ঘ) অনুরূপভাবে, পজিটিভ সিকুয়েন্সে কারেন্ট ঃ

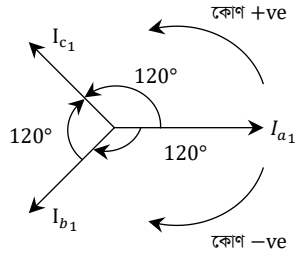
$$I_{a_1} = \frac{1}{3}(I_a + {}_a I_b + {}_{a^2} I_c)$$

$$\therefore I_{b_1} = I_{a_1}\angle -120^\circ$$

অথবা, $I_{b_1} = I_{a_1}\angle +240^\circ$ অথবা, $I_{b_1} = \mathrm{a}^2 I_{a_1}$

$$\therefore I_{c_1} = I_{a_1}\angle -240^\circ$$

অথবা, $I_{c_1} = I_{a_1}\angle +120^\circ$ অথবা, $I_{c_1} = aI_{a_1}$



(ঙ) নেগেটিভ সিকুয়েন্স ভোল্টেজ ঃ

$$\therefore V_{a_2} = \frac{1}{3}(V_a + {}_{a^2}V_b + {}_aV_c)$$

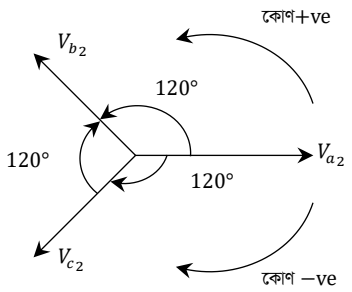
$$\therefore V_{b_2} = V_{a_2}\angle + 120^\circ \text{ অথবা, } V_{b_2} = aV_{a_2}$$

অথবা, $V_{b_2} = V_{a_2}\angle - 240^\circ$

$$\therefore V_{c_2} = V_{a_2}\angle + 240^\circ \text{ অথবা,}$$

$$V_{c_2} = V_{a_2}\angle - 120^\circ$$

অথবা, $V_{c_2} = a^2V_{a_2}$



(চ) অনুরূপ ভাবে নেগেটিভ সিকুয়েন্স কারেন্ট ঃ

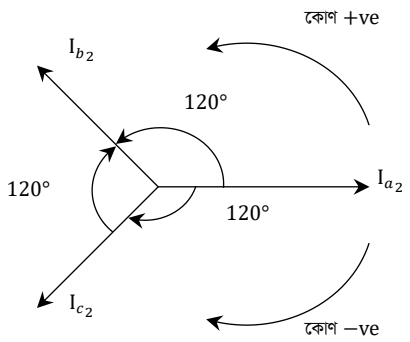
$$\therefore I_{a_2} = \frac{1}{3}(I_a + a^2 I_b + a I_c)$$

$$\therefore I_{b_2} = I_{a_2} = \angle + 120^\circ \text{ অথবা, } I_{b_2} = aI_{a_2}$$

অথবা, $I_{b_2} = I_{a_2}\angle - 240^\circ$

$$\therefore I_{c_2} = I_{a_2}\angle + 240^\circ \text{ অথবা, } I_{c_2} = I_{a_2}\angle - 120^\circ$$

অথবা, $I_{c_2} = a^2 I_{a_2}$



(ছ) অপারেটর, $a = 1\angle 120^\circ$

$$a^2 = 1\angle 240^\circ$$

$$a^3 = 1\angle 360^\circ$$

*** ১। একটি তিন ফেজ আনব্যালেন্স সিস্টেমের কারেন্ট $\mathbf{I_a = 10\angle 30°A, I_b = 15\angle -60°A, I_c = 20\angle 45°A}$ হলে, নির্ণয় কর ঃ (ক) জিরো সিকুয়েন্স কারেন্ট, (খ) পজিটিভ সিকুয়েন্স কারেন্ট, (গ) নেগেটিভ সিকুয়েন্স কারেন্ট। বাকাশিবো- ২০২০

সমাধানঃ দেওয়া আছে,

$I_a = 10\angle 30°A$

$I_b = 15\angle -60°A$

$I_c = 20\angle 45°A$

(a) $I_{a_0} = I_{b_0} = I_{c_0} = ?$

(b) $I_{a_1}, I_{b_1}, I_{c_1} = ?$

(c) $I_{a_2}, I_{b_2}, I_{c_2} = ?$

(ক) জিরো, সিকুয়েন্স এর ক্ষেত্রে ঃ

আমরা জানি,

$$I_{a_0} = I_{b_0} = I_{c_0} = \frac{1}{3}(I_a + I_b + I_c)$$

$$= \frac{1}{3}\{(10\angle 30°) + (15\angle -60°) + (20\angle 45°)\}$$

$$= \frac{1}{3} \times (30.92\angle 11.47°)$$

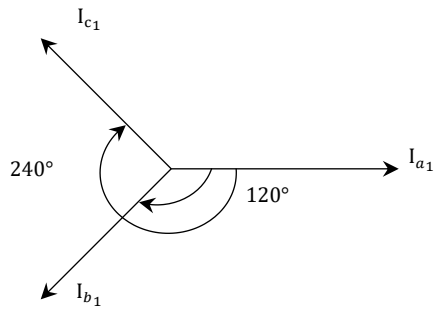
$$= \frac{30.92\angle 11.47°}{3}$$

$$= 10.31\angle 11.47°\ A\ \ (\mathbf{Ans})$$

(খ) পজিটিভ সিকুয়েন্স এর কারেন্ট ঃ

$a = 1\angle 120°$

$a^2 = 1\angle 240°$



চিত্র ঃ পজিটিভ সিকুয়েন্স

আমরা জানি,

$$I_{a_1} = \frac{1}{3}(I_a + aI_b + a^2I_c)$$

$$= \frac{1}{3}\{(10\angle 30°) + (1\angle 120°) \times (15\angle -60°) + (1\angle 240°) \times (20\angle 45°)\}$$

$$= \frac{1}{3}\{(10\angle 30°) + (15\angle 60°) + (20\angle -75°)\}$$

$$= \frac{1}{3} \times (21.37\angle -3.56)$$

$$= \frac{21.37\angle -3.56}{3}$$

$$= 7.12\angle -3.56°A \quad (\mathbf{Ans})$$

$$\therefore I_{b_1} = I_{a_1}\angle -120°$$

$$= 7.12\angle -3.56° - 120°$$

$$= 7.12\angle -123.56°\text{A} \ (\textbf{Ans})$$

$$\therefore I_{c_1} = I_{a_1}\angle -240°$$

$$= 7.12\angle -3.56° - 240°$$

$$= 7.12\angle -243.56°\text{A} \ \ (\textbf{Ans})$$

(গ) নেগেটিভ সিকুয়েন্স এর কারেন্ট ঃ

$$I_{a_2} = \frac{1}{3}\left(I_a + a^2 I_b + aI_c\right)$$

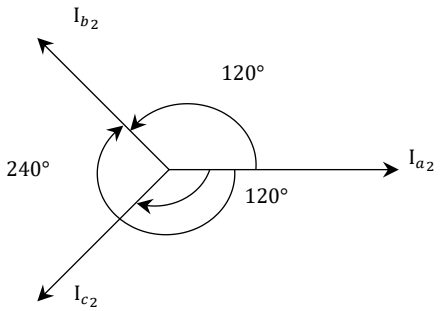
$$= \frac{1}{3}\{(10\angle 30°) + (1\angle 240°) \times (15\angle -60°) + (1\angle 120°) \times (20\angle 45°)\}$$

$$= \frac{1}{3}\{(10\angle 30°) + (15\angle 180°) + (20\angle 165°)\}$$

$$= \frac{1}{3} \times (27.6\angle 158.36°)$$

$$= \frac{27.6\angle 158.36}{3}$$

$$= 9.2\angle 158.36°\text{A} \ (\textbf{Ans})$$



চিত্র ঃ নেগেটিভ সিকুয়েন্স

$\therefore I_{b_2} = I_{a_2}\angle + 120°$

$= 9.2\angle 158.36° + 120°$

$= 9.2\angle 278.36°A$ (**Ans**)

অথবা, $I_{b_2} = I_{a_2}\angle - 240°$

$= 9.2\angle 158.36 - 240°$

$= 9.2\angle - 81.64°A$ (**Ans**)

$\therefore I_{c_2} = I_{a_2}\angle + 240°$

$= 9.2\angle 158.36 + 240°$

$= 9.2\angle 398.36°$

অথবা, $I_{c_2} = I_{a_2}\angle - 120°$

$= 9.2\angle 158.36 - 120°$

$= 9.2\angle 38.36°A$ (**Ans**)

*** ২। একটি তিন ফেজ $(3-\vartheta)$ আনব্যালেন্সড সিস্টেমের ভোল্টেজ, $V_a = 20\angle 30^\circ\ V, V_b = 50\angle -60^\circ\ V$, $V_c = 70\angle -90^\circ\ V$ হলে, জিরো, পজিটিভ এবং নেগেটিভ সিকুয়েন্স ভোল্টেজ নির্ণয় কর। বাকাশিবো- ২০১৮

সমাধানঃ জিরো সিকুয়েন্স ভোল্টেজ ঃ

আমরা জানি, $V_{a_0} = V_{b_0} = V_{c_0} = \frac{1}{3}(V_a + V_b + V_c)$

$$= \frac{1}{3}\{(20\angle 30^\circ) + (50\angle -60^\circ) + (70\angle -90^\circ)\}$$

$$= \frac{1}{3} \times (111.63\angle -67.72^\circ)$$

$$= \frac{111.63\angle -67.72}{3}$$

$$= 37.21\angle -67.72^\circ\ V \quad (\boldsymbol{Ans.})$$

পজিটিভ সিকুয়েন্স ভোল্টেজ ঃ

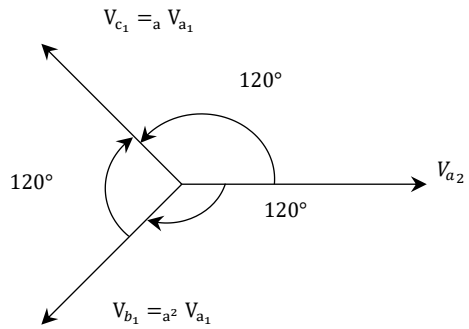
আমরা জানি, $V_{a_1} = \frac{1}{3}(V_a + aV_b + a^2V_c)$

$$= \frac{1}{3}\{(20\angle 30^\circ) + (1\angle 120^\circ) \times (50\angle -60^\circ) + (1\angle 240^\circ) \times (70\angle -90^\circ)\}$$

$$= \frac{1}{3}\{(20\angle 30^\circ) + (50\angle 60^\circ) + (70\angle 150^\circ)\}$$

$$= \frac{90.17\angle 101.71^\circ}{3}$$

$$= 30.05\angle 101.71^\circ\ V \quad (\boldsymbol{Ans.})$$



$$\therefore V_{b_1} = V_{a_1}\angle -120°$$
$$= 30.05\angle 101.71 - 120°$$
$$= 30.05\angle -18.29°\ \text{V} \quad (\boldsymbol{Ans.})$$

অথবা, $V_{b_1} = V_{a_1}\angle + 240°$

$= 30.05\angle 101.71° + 240°$

$= 30.05\angle 341.71°\ V \quad (\boldsymbol{Ans.})$

অথবা, $V_{b_1} = a^2 V_{a_1}$

$= (1\angle 240°) \times (30.05\angle 101.71)$

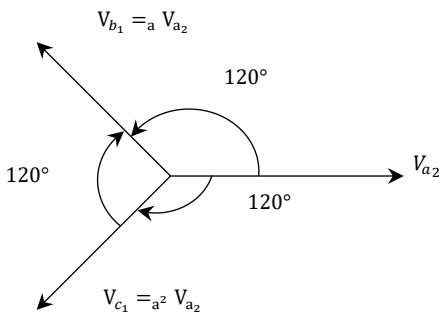
$= 30.05\angle -18.3°\ V \quad (\boldsymbol{Ans.})$

[এই তিনটি নিয়মের যেকোনো একটি নিয়মে সমাধান করলেই হবে]

নেগেটিভ সিকুয়েন্স ভোল্টেজ ঃ

আমরা জানি, $V_{a_2} = \frac{1}{3}(V_a + {}_{a^2}V_b + {}_aV_c)$

$= \frac{1}{3}\{(20\angle 30°) + (1\angle 240°) \times (50\angle -60°) + (1\angle 120°) \times (70\angle -90°)\}$



$$= \frac{52.96\angle 58.16}{3}$$

$$= 17.65\angle 58.16^\circ \text{ V} \quad (\boldsymbol{Ans.})$$

$$\therefore V_{b_2} = V_{a_2}\angle + 120^\circ$$

$$= 17.65\angle 58.16^\circ + 120^\circ$$

$$= 17.65\angle 178.16^\circ \text{ V} \quad (\boldsymbol{Ans.})$$

অথবা, $V_{b_2} =_a V_{a_2}$

$$= (1\angle 120^\circ) \times (17.65\angle 58.16^\circ)$$

$$= 17.65\angle 178.16^\circ \text{ V} \quad (\boldsymbol{Ans.})$$

অথবা, $V_{b_2} = V_{a_2}\angle - 240^\circ$

$$= 17.65\angle 58.16 - 240^\circ$$

$$= 17.65\angle - 181.84^\circ \text{ V} \quad (\boldsymbol{Ans.})$$

$$\therefore V_{c_2} = V_{a_2}\angle + 240^\circ$$

$$= 17.65\angle 58.16^\circ + 240^\circ$$

$$= 17.65\angle 298.16^\circ \text{ V} \quad (\boldsymbol{Ans.})$$

অথবা, $V_{c_2} =_{a^2} V_{a_2}$

$$= (1\angle 240^\circ) \times (17.65\angle 58.16^\circ)$$

$$= 17.65\angle - 61.84^\circ \text{ V} \quad (\boldsymbol{Ans.})$$

অথবা, $V_{c_2} = V_{a_2}\angle -120°$

$= 17.65\angle 58.16 - 120°$

$= 17.65\angle -61.84°\ V \quad (\boldsymbol{Ans.})$