Rangamati Nir,DUET,Gazipur-1707
info.sosbd@gmail.com
09678 677 677, 01751 402449

পাস বুক-ট্রান্সমিশন অ্যান্ড ডিস্ট্রিবিউশন অব ইলেকট্রিক্যাল পাওয়ার-২

পড়ার সময় ঃ মাত্র ১৪ ঘণ্টা

লক্ষ্য ঃ ৫১ মার্কস

ডিপ্লোমা ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষার্থীদের জন্য দ্রুত রিভিশনের পারফেক্ট সলিউশন!

পৃষ্ঠা সংখ্যা ঃ

- ই-বুক ভার্সন ঃ ৮৯ পৃষ্ঠা
- প্রিন্টযোগ্য কাগজে ঃ ৩০ পৃষ্ঠা

পরীক্ষা সংক্রান্ত তথ্য ঃ

- মোট মার্কস ঃ ৯০
- পাস মার্কস ঃ ৩৬

প্রশ্ন ও মার্কস বিশ্লেষণ ঃ

অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ঃ

মোট পড়তে হবে ঃ ৮১ টি

নিশ্চিত কমন ঃ ৬ টি

নিশ্চিত মার্কস ঃ ১২ (প্রতি প্রশ্নে ২ মার্কস)

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ঃ

মোট পড়তে হবে ঃ ৬৭ টি

নিশ্চিত কমন ঃ ৫ টি

নিশ্চিত মার্কস ঃ ১৫ (প্রতি প্রশ্নে ৩ মার্কস)

রচনামূলক প্রশ্ন ঃ

মোট পড়তে হবে ঃ ১৫ টি

নিশ্চিত কমন ঃ ৩ টি

নিশ্চিত মার্কস ঃ ২৪ (প্রতি প্রশ্নে ৮ মার্কস)

কিভাবে পড়বেন এই পাস বুক ঃ

Step 1- অধ্যায় বাছাই (সবার আগে শেষ করুন) ঃ

অধ্যায়	বিষয়	কারণ
১	মধ্যম পরিবহন লাইনের লাইন ধ্রুবক	গুরুত্বপূর্ণ ও বারবার আসে
৩	উচ্চ ভোল্টেজ ডিসি পরিবহন	গুরুত্বপূর্ণ ও বারবার আসে
৪	ডিসি ডিস্ট্রিবিউশন সিস্টেম	বারবার আসে
৬	আন্ডারগ্রাউন্ড ক্যাবল	অতি সংক্ষিপ্ত ও সংক্ষিপ্ত প্রশ্নে কমন পড়ে
৮	ক্যাবলের ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স এবং ডাই-ইলেকট্রিক স্ট্রেস	গুরুত্বপূর্ণ ও বারবার আসে

📅 স্টাডি প্ল্যান (মোট সময় ঃ ১৪ ঘণ্টা) ঃ

- ⏱ ২ ঘণ্টা ⟶ অধ্যায় ১ (মধ্যম পরিবহন লাইনের লাইন ধ্রুবক)
- ⏱ ১ ঘণ্টা ⟶ অধ্যায় ২ (উচ্চ ভোল্টেজ ডিসি পরিবহন)
- ⏱ ২ ঘণ্টা ⟶ অধ্যায় ৪ (ডিসি ডিস্ট্রিবিউশন সিস্টেম)
- ⏱ ১ ঘণ্টা ⟶ অধ্যায় ৩ (আন্ডারগ্রাউন্ড ক্যাবল)
- ⏱ ২ ঘণ্টা ⟶ অধ্যায় ৫ (ক্যাবলের ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স এবং ডাই-ইলেকট্রিক স্ট্রেস)
- ⏱ ৬ ঘণ্টা ⟶ বাকি সকল অধ্যায়

🎯 পাস বুকের প্রধান লক্ষ্য ঃ

- ✅ দ্রুত রিভিশনের সুবিধা- পরীক্ষার আগে সময় বাঁচায়
- ✅ গুরুত্বপূর্ণ প্রশ্ন- উত্তরের সংক্ষিপ্ত বিন্যাস
- ✅ সারাংশভিত্তিক সাজানো- এক নজরে পুরো বিষয়টা দেখে ফেলা
- ✅ মূল টপিক ফোকাস- আত্মবিশ্বাস গড়ে তোলার সহায়ক

📌 বিশেষ দ্রষ্টব্য ঃ

☞ এটি একটি পূর্ণাঙ্গ টেক্সটবুক নয়- বরং সঠিক সময় ব্যবস্থাপনার রিভিশন গাইড।

☞ পরীক্ষার আগের “last moment” প্রস্তুতির জন্য উপযুক্ত সহকারী!

অধ্যায়-১ মধ্যম পরিবহন লাইনের লাইন ধ্রুবক

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। পরিবহন লাইনে ট্রান্সপজিশন কেন করা হয়?

বাকাশিবো- ২০০৬, ০৯, ১০, ১১'পরি, ১৬, ২০, ২১, ২২, ২৩

উত্তর ঃ ট্রান্সমিশন লাইনের তারগুলোর (তিনটি ফেজ) আপেক্ষিক অবস্থান একটি নির্দিষ্ট দূরত্ব পরপর পরিবর্তন করার প্রক্রিয়াকে ট্রান্সপজিশন বলা হয়। এর প্রধান উদ্দেশ্য হলো লাইনের প্রতিটি ফেজের ইন্ডাকট্যান্স ও ক্যাপাসিট্যান্সের মান সমান রাখা। এর ফলে বৈদ্যুতিক ক্ষেত্রের অসামঞ্জস্যতা দূর হয়, সিগন্যালের গুণমান বজায় থাকে এবং ভোল্টেজ রেগুলেশন ও লাইনের দক্ষতা বৃদ্ধি পায়।

২। লাইন কনস্ট্যান্ট বা সার্কিট ধ্রুবক বলতে কী বুঝায়?

বাকাশিবো- ২০০৬, ১৬

উত্তর ঃ একটি ট্রান্সমিশন লাইনের সম্পূর্ণ দৈর্ঘ্য বরাবর সুষমভাবে ছড়িয়ে থাকা রেজিস্ট্যান্স, ইন্ডাকট্যান্স এবং ক্যাপাসিট্যান্সকে সাধারণত লাইন কনস্ট্যান্ট বা সার্কিট ধ্রুবক বলা হয়।

৩। মিডিয়াম ট্রান্সমিশন লাইনের ধ্রুবকসমূহের নাম, প্রতীক ও একক লিখ।

বাকাশিবো- ২০০৮, ১০, ১৫, ১৮, ২২, ২৩'পরি

উত্তর ঃ মিডিয়াম ট্রান্সমিশন লাইনের প্রধান ধ্রুবক বা সার্কিট প্যারামিটারগুলো নিচের টেবিলে দেওয়া হলো ঃ

একক সমূহের নাম	প্রতীক	একক
রেজিস্ট্যান্স	R	ওহম
ইন্ডাকট্যান্স	L	হেনরি
ক্যাপাসিট্যান্স	C	ফ্যারাড
ইম্পিড্যান্স	Z	ওহম
অ্যাডমিট্যান্স	Y	মুহ

***** ৪। মিডিয়াম ট্রান্সমিশন লাইন বলতে কী বুঝায়?**

বাকাশিবো- ২০০৫, ০৬, ০৭, ১৩, ১৬, ১৬'পরি, ১৭, ২০, ২০'পরি, ২৪

উত্তর ঃ যে সকল ট্রান্সমিশন লাইনের দৈর্ঘ্য সাধারণত 80 কিমি থেকে 160 কিমি (অথবা 50 মাইল থেকে 100 মাইল) পর্যন্ত হয় এবং যার অপারেটিং ভোল্টেজ সাধারণত 20 kV থেকে 100 kV পর্যন্ত থাকে, তাকে মিডিয়াম ট্রান্সমিশন লাইন বলে।

***** ৫। মিডিয়াম ট্রান্সমিশন লাইনের মান নির্ণয়ের পদ্ধতিগুলো কী কী?**

বাকাশিবো- ২০০৮, ০৯, ১২, ১৪, ১৭, ১৮, ১৯, ২৩'পরি

উত্তর ঃ মিডিয়াম ট্রান্সমিশন লাইনের পারফরম্যান্স বা বিভিন্ন ধ্রুবকের মান হিসাব করার জন্য মূলত তিনটি পদ্ধতি প্রচলিত আছে। এগুলো হলো এন্ড কনডেন্সার পদ্ধতি, নমিনাল T (Tee) পদ্ধতি এবং নমিনাল পাই (Pi) পদ্ধতি।

*** ৬। লোড পাওয়ার কমে গেলে ট্রান্সমিশন লাইনে কী সমস্যা ঘটে?**

বাকাশিবো- ২০০২, ১৮'পরি

উত্তর ঃ লোড পাওয়ার কমে গেলে লাইনের ক্যাপাসিটিভ ইফেক্টের কারণে একটি চার্জিং কারেন্ট প্রবাহিত হয়। এর ফলে গ্রাহক প্রান্তের ভোল্টেজ, প্রেরণ প্রান্তের ভোল্টেজ অপেক্ষা বেশি হয়ে যায়।

*** ৭। সার্কিট কনস্ট্যান্ট ব্যবহারের দুটি গুরুত্ব বা শর্ত উল্লেখ কর।**

বাকাশিবো- ২০০৭

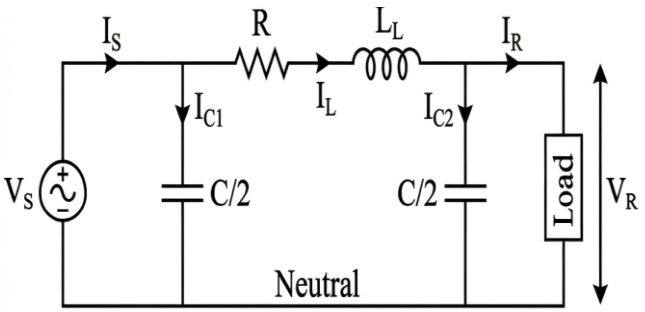
উত্তর ঃ সার্কিট কনস্ট্যান্টগুলো মূলত ভোল্টেজ রেগুলেশনের মান উন্নয়নের জন্য এবং লাইনের ভোল্টেজ ড্রপ সঠিকভাবে নির্ণয় করতে ব্যবহৃত হয়। এছাড়া লাইনের সামগ্রিক দক্ষতা বৃদ্ধি এবং পাওয়ার লস বা সিস্টেমের অপচয় হিসাব করার জন্য এই ধ্রুবকগুলোর সঠিক প্রয়োগ অত্যন্ত জরুরি।

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

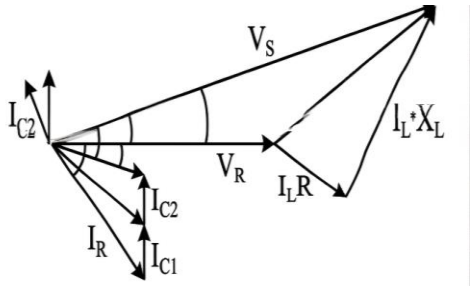
**** ১। নমিনাল পাই (pi) মেথডের সার্কিট ও ভেক্টর ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর।**

বাকাশিবো- ২০২৩, ২৩'পরি

উত্তর ঃ নমিনাল পাই (pi) মেথডের সার্কিট ও ভেক্টর ডায়াগ্রাম অঙ্কন করা হলো ঃ



চিত্র ঃ সার্কিট ডায়াগ্রাম



চিত্র ঃ ভেক্টর ডায়াগ্রাম

**** ২। কোন অবস্থায় ভোল্টেজ রেগুলেশন নেগেটিভ হয়?**

বাকাশিবো- ২০১৫, ২২

উত্তর ঃ সাধারণত যখন ট্রান্সমিশন লাইনে লিডিং পাওয়ার ফ্যাক্টর বিশিষ্ট লোড যুক্ত থাকে, তখন ভোল্টেজ রেগুলেশন নেগেটিভ হতে পারে। এর প্রধান কারণ হলো লাইনের ক্যাপাসিটিভ প্রভাব, যার ফলে গ্রহণ প্রান্তের ভোল্টেজ (V_R) সরবরাহ প্রান্তের ভোল্টেজ (V_S) এর চেয়ে বেড়ে যায়। গাণিতিকভাবে যখন লাইনের রেজিস্ট্যান্সের ভোল্টেজ ড্রপ $(\mathrm{IR}\cos\theta)$ এর মান রিয়্যাক্ট্যান্সের ভোল্টেজ ড্রপ $(\mathrm{IX}\sin\theta)$ অপেক্ষা কম হয়, তখনই রেগুলেশন ঋণাত্মক বা নেগেটিভ হয়।

***** ৩। ট্রান্সমিশন লাইনের ভোল্টেজ রেগুলেশনের ওপর লোড পাওয়ার ফ্যাক্টরের প্রভাব ব্যাখ্যা কর।** বাকাশিবো- ২০১২, ২০

উত্তর ঃ ট্রান্সমিশন লাইনের ভোল্টেজ রেগুলেশন লোডের পাওয়ার ফ্যাক্টরের প্রকৃতির ওপর সরাসরি নির্ভরশীল। ল্যাগিং পাওয়ার ফ্যাক্টরের ক্ষেত্রে লাইনে ভোল্টেজ ড্রপ বেশি হয় বলে রেগুলেশন সবসময় পজিটিভ থাকে এবং এর মানও বেশি হয়। ইউনিটি পাওয়ার ফ্যাক্টরের ক্ষেত্রেও রেগুলেশন পজিটিভ থাকে তবে তার মান ল্যাগিং-এর তুলনায় কিছুটা কম হয়। অন্যদিকে, লিডিং পাওয়ার ফ্যাক্টরের ক্ষেত্রে ক্যাপাসিটিভ প্রভাবের কারণে ভোল্টেজ ড্রপ কমে যায় এবং এক পর্যায়ে গ্রহণ প্রান্তের ভোল্টেজ বৃদ্ধি পেয়ে রেগুলেশন নেগেটিভ হয়ে যেতে পারে।

****৪। ট্রান্সমিশন লাইনের দৈর্ঘ্য ও অপারেটিং ভোল্টেজের তুলনা কর।**

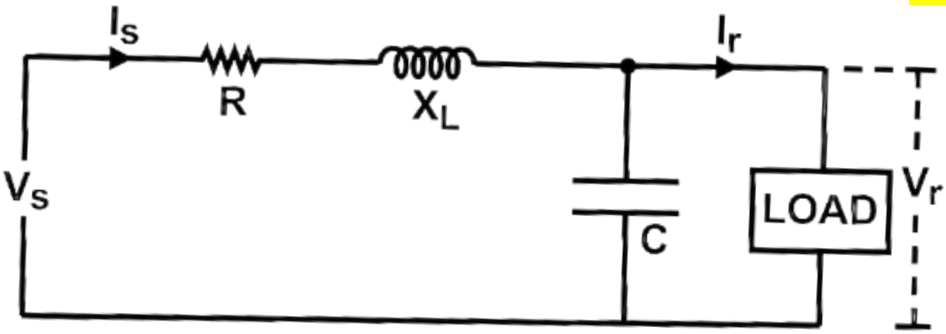
বাকাশিবো- ২০০৮, ১১, ১৮'পরি

উত্তর ঃ নিম্নে ট্রান্সমিশন লাইনের দৈর্ঘ্য ও অপারেটিং ভোল্টেজের তুলনা করা হলো ঃ

লাইনের ধরন	দৈর্ঘ্য (কিমি)	অপারেটিং ভোল্টেজ (kV)
স্বল্প দৈর্ঘ্যের লাইন (Short line)	50 কিমি পর্যন্ত	20 kV 4002 -এর নিচে
মধ্যম দৈর্ঘ্যের লাইন (Medium line)	50 থেকে 150 কিমি	20 kV থেকে 150 kV
দীর্ঘ লাইন (Long line)	150 কিমির বেশি	150 kV এর উপরে

SOS গাণিতিক সমস্যাবলি ঃ

*** ১ একটি $100\ km, 3-\phi$ পরিবহন লাইন $132\ kV, 0.9$ পাওয়ার ফ্যাক্টরে $20\ MW$ পাওয়ার সরবরাহ করে। লাইনের প্রতি ফেজে প্রতি কিমি এর রোধ, রিয়্যাকট্যান্স ও অ্যাডমিট্যান্স যথাক্রমে 0.2Ω, 0.4Ω ও 2.5×10^{-6} ℧। পরিবহন লাইনের ভোল্টেজ রেগুলেশন ও দক্ষতা নির্ণয় কর। বাকাশিবো- ২০২১



সমাধান ঃ এখানে, 3-ϕ, 132 kV, 0.9 p.f, 20 MW লাইন।

লাইনের প্রতি ফেজের রেজিস্ট্যান্স $R = 0.2 \times 100 = 20\Omega$

লাইনের প্রতি ফেজের মোট রিয়্যাকট্যান্স $X_L = 0.4 \times 100 = 40\Omega$

লাইনের প্রতি ফেজের মোট সাসসেপ্ট্যান্স $B = 2.5 \times 10^{-6} \times 100 = 2.5 \times 10^{-4}$ ℧

ভোল্টেজ রেগুলেশন % $V_r = ?$ দক্ষতা $\eta = ?$

$$Z = R + jX_L = 20 + j40 = 44.72 \angle 63.43°\ \Omega$$

$$Y = 0 + jB = 0 + j0.00025 = 0.00025 \angle 90°$$

গ্রহণ প্রান্তের ভোল্টেজ– $V_r\ line\ =\ 132\ \ kV\ = 132000\ V$

$\frac{V_r}{ph}\ = \frac{132000}{\sqrt{3}}\ = 76210.23\ volts.$

V_r -কে রেফারেন্স ভেক্টর ধরি,

$\therefore\ V_r\ =\ V_r\ +\ j0\ =\ 76210.23\ +\ j0\ =$
$76210.23 \angle 0°\ Volts$

$I_r\ = \frac{P_r}{\sqrt{3}} \times V_r \times\ cos\phi_r\ = \frac{20\times 10^6}{\sqrt{3\times132\times10^3\times0.9}}$

$=\ 97.19\ Amp.$

$cos\phi_r\ =\ 0.9\ \therefore \phi_r\ =\ 25.84°$

$\therefore\ I_r =\ 97.19 \angle -25.84\ =\ (87.48\ -\ j42.36)\ A.$

ক্যাপাসিটিভ কারেন্ট $I_C\ =\ Y \times\ V_r$

$=\ 0.00025 \angle 90° \times\ 76210.23 \angle 0°$

$=\ 19.05 \angle 90°$

$=\ 0\ +\ j19.05$

প্রেরণ প্রান্তের কারেন্ট $I_s\ =\ I_r\ +\ I_c$

$=\ 87.48\ -\ j42.36\ +\ j19.05$

$=\ 87.48\ -\ j23.31$

$=\ 90.52 \angle -14.92$

$\therefore\ I_S\ =\ 90.52\ \ Amp.$

ভোল্টেজ ড্রপ $=\ I_S\ Z$

$=\ (90.52 \angle -14.92\ ) \times\ 44.72 \angle 63.43$

$=\ 4048 \angle 48.51°$

প্রেরণ প্রান্তের ভোল্টেজ, $V_S = V_R + I_S Z$

$= 76210.23 + 4048 \angle 48.51$

$= 78950.24 \angle 2.2$

$\frac{V_S}{ph} = 78950.24\ Volts.$

$\therefore\ V_s\ (line) = \sqrt{3} \times 78950.24$

$= 136745.82\ volts$

$= 136.74\ kV.$

$i)$ % রেগুলেশন $= \frac{V_s - V_r}{V_r} \times 100$

$= \frac{136.74 - 132}{132} \times 100$

$= 3.6\%\ (Ans)$

V_S এবং I_S এর মধ্যবর্তী কোণ–

$\phi_S = 14.92° + 2.2° = 17.12°$

$\therefore$ প্রেরণ প্রান্তের পাওয়ার ফ্যাক্টর $\theta = cos\phi_s$

$= cos\ 17.12° = 0.955\ lagging.$

প্রেরণ প্রান্তের পাওয়ার $P_S = \sqrt{3}\ V_S\ I_S\ cos\phi_s$

$= \sqrt{3} \times 136745.82 \times 90.52 \times 0.955$

$= 20474.94\ kW.$

ii) পরিবহন দক্ষতা $\eta = \frac{P_r}{P_s} = \frac{20000}{20474.94} \times 100$

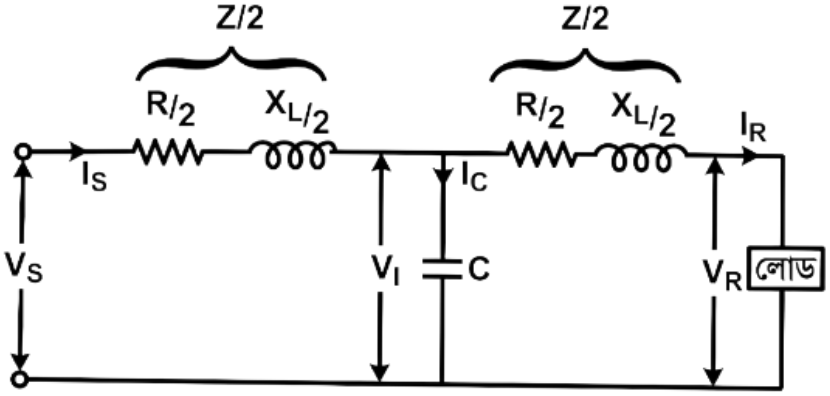
$= 97.68\ \%\ (Ans)$

২। একটি ১০০ কিলোমিটার দীর্ঘ 3-ফেজ $50\ Hz$ ট্রান্সমিশন লাইনের ধ্রুবকসমূহ নিম্নরূপ–

প্রতি কিলোমিটারে প্রতি ফেজের রেজিস্ট্যান্স $= 0.1\ \Omega$

প্রতি কিলোমিটারে প্রতি ফেজের রিয়্যাক্ট্যান্স $= 0.2\ \Omega$

প্রতি কিলোমিটারে প্রতি ফেজের ক্যাপাসিটিভ সাসসেপট্যান্স $= 0.04 \times 10^{-4}\ \mho$ লাইনটি $66\ kV, 0.8\ lag$ পাওয়ার ফ্যাক্টরে $10MW$ লোড গ্রহণ করে। নমিনাল $'T'$ পদ্ধতির মাধ্যমে নির্ণয় কর– লাইনের (i) প্রেরণ প্রান্তের কারেন্ট, (ii) প্রেরণ প্রান্তের ভোল্টেজ, (iii) প্রেরণ প্রান্তের পাওয়ার ফ্যাক্টর, (iv) পরিবহন দক্ষতা। বাকশিবো-২০০০, ১০, ১৯



সমাধান ঃ প্রতি ফেজের মোট রেজিস্ট্যান্স, $R = 0.1 \times 100 = 10\ \Omega$

$$\therefore \frac{R}{2} = 5\ \Omega$$

প্রতি ফেজের মোট রিয়্যাক্ট্যান্স, $X_L = 0.2 \times 100 = 20\ \Omega$

$$\therefore \frac{X_L}{2} = 10\ \Omega$$

মোট ক্যাপাসিটিভ সাসেপ্ট্যান্স, $B = 0.04 \times 10^{-4} \times 100 = 4 \times 10^{-4}$ ℧

সুতরাং, $\frac{Z}{2} = \frac{R}{2} + j\frac{X_L}{2} = 5 + j10 = 11.18\angle 63.43° \Omega$

$B = j4 \times 10^{-4}$ ℧

গ্রহণ প্রান্তে ফেজ ভোল্টেজ, $V_R = \frac{66\times10^3}{\sqrt{3}} = 38105\ V$

V_R-কে রেফারেন্স ভেক্টর ধরি,

$$\overline{V_R} = 38105\angle 0° = 38105 + j0$$

লোড কারেন্ট, $I_R = \frac{10\times 10^6}{\sqrt{3}} \times 66 \times 10^3 \times 0.8 = 109\ A$

$cos\theta_R = 0.8$

$\therefore \theta_R = cos^{-1} 0.8 = 36.87°$

$\therefore I_R = 109\angle -36.87°\ A$

ক্যাপাসিটর C-এর আড়াআড়িতে ভোল্টেজ

$$\overline{V_1} = \overline{V_R} + \overline{I_R} \cdot \frac{Z}{2}$$

$= 38105\angle 0° + 109\angle -36.87° \times 11.18\angle 63.43°$

$= 39198.8\angle 0.8°\ V$

$\therefore \overline{I_C} = \overline{V_1}\ B$

$= 39198.8\angle 0.8° \times j4 \times 10^{-4}$

$= 15.68\angle 90.8°$

$i)$ প্রেরণ প্রান্তের কারেন্ট

$$\overline{I_S} = \overline{I_R} + \overline{I_C}$$
$$= 109\angle -36.87° + 15.68\angle 90.8°$$
$$= 100.2\angle -29.75°\ A\ (Ans.)$$

ii) প্রেরণ প্রান্তের ভোল্টেজ

$$\overline{V_S} = \overline{V_1} + \overline{I_S} \times \frac{Z}{2}$$
$$= 39198.8\angle 0.8° + 100\angle -29.75° \times 11.18\angle 63.43°$$
$$= 40144.19\angle 1.67°\ V$$

$V_S Line = \sqrt{3} \times 40144.19 = 69531.78\ V$ **(Ans.)**

$\theta_{V_S} = 1.67°; \theta_{I_S} = -29.75°$

iii) পাওয়ার ফ্যাক্টর

$$cos\theta_S = cos(\theta_{V_S} - \theta_{I_S})$$
$$= cos(1.67° + 29.75°) = 0.853\ (Lagging)\ \text{Ans.}$$

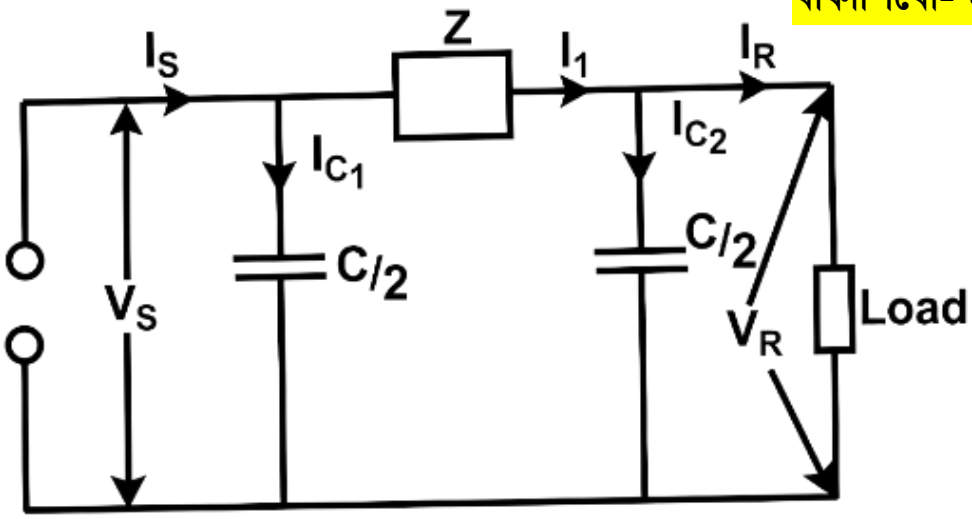
$iv)$ পরিবহন দক্ষতা

$$P_S = \sqrt{3}\ V_S\ I_S\ cos\theta_S$$
$$= \sqrt{3} \times 69531.78 \times 100.2 \times 0.853$$
$$= 10293444.5\ W$$

$\therefore \eta = \frac{P_R \times 100}{P_S} = \frac{10 \times 10^6 \times 100}{10293444.5} = 97.15\ \%$ **(Ans.)**

*** ৩। একটি 100 কিমি লম্বা তিন ফেজ 132 kV, 50 Hz লাইনের প্রতি কিমি-এর রেজিস্ট্যান্স, রিয়্যাক্ট্যান্স ও সাসসেপ্ট্যান্স যথাক্রমে 0.1Ω, 0.5Ω ও 2×10^{-6} মোহ (℧) হলে নমিনাল 'পাই' পদ্ধতিতে ভোল্টেজ রেগুলেশন ও পরিবহন দক্ষতা নির্ণয় কর, যদি লাইনটি 0.8 ল্যাগিং পাওয়ার ফ্যাক্টরের 25MVA পাওয়ার সরবরাহ করে।

বাকাশিবো- ২০০৯, ১৭



দেওয়া আছে,

$L = 100\ km$

$f = 50\ Hz$

$R/km = 0.1\Omega;\ X/km\ 0.5\Omega; B/km = 2 \times 10^{-6}; ℧$

$\cos\theta_R = 0.8;\ \theta_R = 36.86°$

$P_R = 25\ MVA = 25 \times 10^6\ VA$

$V_R\ Li = 132\ kV = 132000\ V$

$$V_R\ ph = \frac{132000}{\sqrt{3}} = 76210.23\ Volt$$

চিত্র অনুসারে-

$\overline{V_R} = 76210.23 \angle 0\, V$

$\bar{Z} = 100 \times (0.1 + j0.5) = 10 + j50\Omega$

$= 51 \angle 78.7° \,\Omega$

$\frac{\bar{B}}{2} = \frac{1}{2} \times 100 \times j2 \times 10^{-6}$

$= 1 \times 10^{-4} \angle 90° ; ℧$

$I_R = \frac{P_R}{\sqrt{3}} V_R = 25 \times 10^6 \sqrt{3} \times 132 \times 1000$

$= 109.34A$

$\therefore \overline{I_R} = 109.34 \angle -36.86° \, A$

$\overline{I_{C_1}} = \overline{V_R} \times \frac{\bar{B}}{2}$

$= 76210.23 \angle 0° \times 1 \times 10^{-4} \angle 90°$

$= 7.62 \angle 90° \, A$

$\overline{I_L} = \overline{I_R} + \overline{I_{C_1}} = 109.34 \angle -36.86 + 7.62 \angle 90°$

$= 104.496 \angle -33.52° A$

$\overline{V_S} = \overline{V_R} + \overline{I_L} \times \bar{Z}$

$= 76210.23 \angle 0° + 104.496 \angle -33.52° \times 51 \angle 78.7°$

$= 80072.98 \angle 2.71° \, Volt$

$\therefore V_S \, Li = \sqrt{3} \, \overline{V_S}$

$= \sqrt{3} \times 80072.98 \angle 2.71°$

$= 138690.47 \angle 2.71° \, Volt$

$Voltage\ regulation,$

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

$$= \frac{80072.98 - 76210.23}{76210.23} \times 100$$

$$= 5.06\ \%$$ **(Ans.)**

$$\overline{I_{C_2}} = \overline{V_S} \times \frac{\bar{B}}{2}$$

$$= 80072.98 \angle 2.71° \times 1 \times 10^{-4} \angle 90°$$

$$= 8.00 \angle 92.71°$$

$$\therefore \overline{I_S} = \overline{I_L} + \overline{I_{C_2}}$$

$$= 104.496 \angle -33.52° + 8.00 \angle 92.71°$$

$$= 100.42 \angle -29.83°$$

$$\therefore P_S = \sqrt{3}\, V_{SL}\, I_S = \sqrt{3} \times 138690.47 \times 100.42$$

$$= 24122786.01$$

$$\therefore \text{Efficiency}, \eta = \frac{P_R}{P_S} \times 100$$

$$= \frac{25 \times 10^6}{24122786.01} \times 100$$

$$= 103.64\%$$ **(Ans.)**

অধ্যায়-২ দীর্ঘ পরিবহন লাইনের লাইন ধ্রুব

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। দীর্ঘ পরিবহন লাইনের দক্ষতা নির্ণয়ের সঠিক পদ্ধতির নাম কী?**

বাকাশিবো- ২০১০, ২০'পরি, ২১

উত্তর ঃ রিগোরাস পদ্ধতি।

***** ২। রিগোরাস পদ্ধতিতে প্রেরণ প্রান্তের ভোল্টেজ এবং কারেন্টের সমীকরণ দুটি লেখ।**

বাকাশিবো- ২০০৫, ০৬, ০৭, ০৯, ১০, ১১, ১৩, ১৫'পরি, ১৬, ১৬'পরি, ১৭, ১৯, ২৩'পরি

উত্তর ঃ রিগোরাস পদ্ধতিতে সমীকরণ দুটি হলো ঃ

$$V_S = V_R \cosh\sqrt{YZ} + I_R\sqrt{\frac{Z}{Y}}\sinh\sqrt{YZ}.$$

এবং $I_S = V_R\sqrt{\frac{Y}{Z}}.\sinh\sqrt{YZ}. + I_R\cosh\sqrt{YZ}.$

**** ৩। দীর্ঘ পরিবহন লাইন কনস্ট্যান্টগুলোর মাঝে সিরিজ ও শান্ট এলিমেন্টগুলো চিহ্নিত কর।** বাকাশিবো- ২০১২, ১৮'পরি

উত্তর ঃ দীর্ঘ পরিবহন লাইনের কনস্ট্যান্টসমূহ নিচে দেওয়া হলো ঃ

i) সিরিজ এলিমেন্ট ঃ রেজিস্ট্যান্স, ইন্ডাটিভ রিয়্যাক্ট্যান্স।

ii) শান্ট এলিমেন্ট ঃ লিকেজ সাসসেপ্ট্যান্স, লিকেজ কন্ডাক্ট্যান্স।

**** ৪। দীর্ঘ পরিবহন লাইন কাকে বলে?** বাকাশিবো- ২০১৪, ১৫, ২৩

উত্তর ঃ যখন পরিবহন লাইনের দৈর্ঘ্য 150 কিমি এর অধিক এবং ভোল্টেজ 100 কেভি এর অধিক হয়, তখন উক্ত লাইনকে দীর্ঘ পরিবহন লাইন বা Long transmission line বলে।

**** ৫। দীর্ঘ পরিবহন লাইনের কনস্ট্যান্টগুলোর নাম লেখ।**

বাকাশিবো- ২০১৪'পরি

উত্তর ঃ কনস্ট্যান্টগুলো হলো-

i) সিরিজ রেজিস্ট্যান্স

ii) সিরিজ ইনডাক্টিভ রিয়্যাক্ট্যান্স

iii) শান্ট লিকেজ সাসসেপ্ট্যান্স

iv) শান্ট লিকেজ কন্ডাক্ট্যান্স

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

*****১। কনস্ট্যান্ট ভোল্টেজ সিস্টেমের সুবিধা ও অসুবিধাগুলো লেখ।**

বাকাশিবো- ২০০৮, ১৪'পরি, ১৫, ১৯, ২০, ২৪

উত্তর ঃ কনস্ট্যান্ট ভোল্টেজ সাপ্লাই সিস্টেমের সুবিধা ও অসুবিধাগুলো নিচে দেওয়া হলো।

সুবিধা ঃ

i) সব লোডেই একই ভোল্টেজ পাওয়া যায়।

ii) লোড বাড়লে লাইনে পাওয়ারের পরিমাণও বেড়ে যায়।

iii) সার্কিটে ভোল্টেজ সব সময় স্থির থাকে।

iv) লাইনের উচ্চ টার্মিনাল রিয়্যাকট্যান্স ব্যবহার করে ভালো ভোল্টেজ পাওয়া যায়।

অসুবিধা ঃ

i) সিস্টেমের শর্ট সার্কিট কারেন্ট অনেক বেড়ে যায়।

ii) হঠাৎ করে লোড অনেক বেড়ে গেলে সিনক্রোনাস মোটর কাজ করতে ব্যর্থ হতে পারে এবং সাপ্লাই লাইনের বিদ্যুৎ স্থিরতা নষ্ট হতে পারে।

iii) ত্রুটিপূর্ণ লাইনের ক্ষেত্রে লাইনের সংরক্ষণ করা কঠিন হয়ে পড়ে।

**** ২। প্রোপাগেশন কনস্ট্যান্ট (Propagation Constant) কাকে বলে?**

বাকাশিবো- ২০১৫, ১৮

উত্তর ঃ ট্রান্সমিশন লাইনের ক্যালকুলেশনে ব্যবহৃত Y ও Z এর গুণফলের বর্গমূল একটি জটিল ও গুরুত্বপূর্ণ রাশি। একেই প্রোপাগেশন কনস্ট্যান্ট (δ) বলা হয়।

গাণিতিকভাবে, $Propagation\backslash constant\ , \delta\ = \sqrt{YZ}$

***** ৩। পাওয়ার লাইনে ভোল্টেজ স্থির রাখার উপায়গুলো কী কী?**

বাকাশিবো- ২০০৫, ০৭, ০৯, ১১, ১৫, ১৮, ১৮'পরি

উত্তর ঃ পাওয়ার বা ট্রান্সমিশন লাইনের ভোল্টেজ স্থির রাখার উপায়গুলো নিচে দেওয়া হলো ঃ

i) Booster Transformers (বুস্টার ট্রান্সফরমার ব্যবহারের মাধ্যমে)

ii) Moving Coil Regulators (মুভিং কয়েল রেগুলেটর ব্যবহারের মাধ্যমে)

iii) By Excitation Control (এক্সাইটেশন কন্ট্রোলের মাধ্যমে)

iv) Auto Transformer Tap Changing (অটো ট্রান্সফরমার ট্যাপ চেঞ্জিংয়ের মাধ্যমে)

v) Induction Regulators (ইন্ডাকশন রেগুলেটর ব্যবহারের মাধ্যমে)

vi) By Synchronous Condenser (সিনক্রোনাস কন্ডেন্সার ব্যবহারের মাধ্যমে)

**** ৪। ক্যারেক্টারিস্টিক কনস্ট্যান্ট বলতে কী বুঝায়? বাকাশিবো- ২০১৫**

উত্তর ঃ ট্রান্সমিশন লাইনের $Rigorous\ method$ বা নিখুঁত পদ্ধতিতে হিসাব-নিকাশ করার সময় লাইনের ইমপিডেন্স (Z) এবং অ্যাডমিটেন্স (Y) এর অনুপাতের বর্গমূলকে একটি বিশেষ ধ্রুবক হিসেবে ধরা হয়। একেই ক্যারেক্টারিস্টিক কনস্ট্যান্ট বা Z_c বলা হয়।

গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা ঃ $Z_c = \sqrt{\frac{Z}{Y}}$

৫। দীর্ঘ পরিবহন লাইনের ধ্রুবকসমূহের প্রভাব কীভাবে বিবেচনা করা হয়?

বাকাশিবো- ২০০৭, ১০

উত্তর ঃ দীর্ঘ পরিবহন লাইনের ক্ষেত্রে লাইনের উপাদান বা ধ্রুবকগুলোর প্রভাবকে একক কোনো বিন্দুতে চিন্তা না করে পুরো লাইনের দৈর্ঘ্য জুড়ে সুষমভাবে বিন্যস্ত বা বিস্তৃত (Distributed) হিসেবে বিবেচনা করা হয়। এই প্রভাবগুলো নিচে দেওয়া হলো–

i) রেজিস্ট্যান্স

ii) সিরিজ উপাদান হিসেবে ইন্ডাকট্যান্স

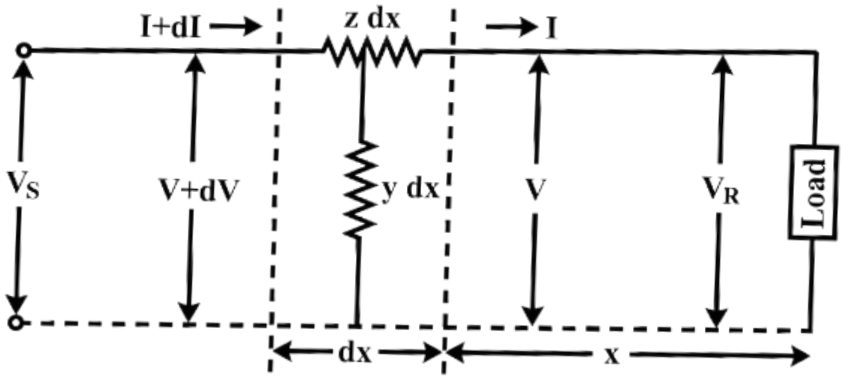
iii) শান্ট উপাদান হিসেবে লিকেজ কন্ডাকট্যান্স

iv) ক্যাপাসিটিভ সাসপেকট্যান্স

SOS গাণিতিক সমস্যাবলি ঃ

***** ১। রিগোরাস পদ্ধতিতে দীর্ঘ পরিবহন লাইনের প্রেরণ এবং গ্রহণ প্রান্তের ভোল্টেজ এবং কারেন্ট নির্ণয়।**

সমাধান ঃ সমভাবে বণ্টিত ইম্পিড্যান্স এবং শান্ট অ্যাডমিট্যান্স সংবলিত তিন ফেজ লাইনের এক ফেজ ও নিউট্রাল কানেকশন দেখানো হলো–



ধরি, লাইনের সম্পূর্ণ দৈর্ঘ্যের একটি ক্ষুদ্র উপাদান হলো ৮ফী৮ এবং গ্রহণ প্রান্ত হতে এর দূরত্ব x।

তা ছাড়া,

z = লাইনের প্রতি একক দৈর্ঘ্যের সিরিজ ইম্পিড্যান্স

y = " " " " শান্ট অ্যাডমিট্যান্স

V = উপাদানের শেষ প্রান্ত হতে গ্রহণ প্রান্তের দিকের ভোল্টেজ

$V + dV$ = " " " " প্রেরণ প্রান্তের দিকের ভোল্টেজ

$I + dI$ = dx উপাদানে আগত কারেন্ট

I = dx উপাদান হতে নির্গত কারেন্ট।

এখানে, ক্ষুদ্র উপাদান dx-এর জন্য

zdx = সিরিজ ইম্পিড্যান্স

ydx = শান্ট অ্যাডমিট্যান্স

স্পষ্টতই,

$$dV = I\,zdx$$

বা, $\frac{dV}{dx} = Iz \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (i)$

এখন, উপাদানটিতে কারেন্ট প্রবেশ করছে $(I + dI)$ হারে এবং উপাদানটি হতে কারেন্ট নির্গত হচ্ছে I হারে। উপাদান শান্ট অ্যাডমিট্যান্সের কারণে, এই কারেন্টের পার্থক্য তৈরি হয়।

dI = উপাদানে কারেন্ট দ্বারা সৃষ্ট শান্ট অ্যাডমিট্যান্স

$$= V\,ydx$$

বা, $\frac{dI}{dx} = Vz \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (ii)$

x —এর সাপেক্ষে সমীকরণ (i) কে ডিফারেন্সিয়েশন করে আমরা পাই,

$$\frac{d^2V}{dx^2} = z\frac{dI}{dx}$$

$= z\,(Vz)$ $[\frac{dI}{dx} = Vz]$ [সমীকরণ (ii) অনুযায়ী]

বা, $\frac{d^2V}{dx^2} = yzV \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (iii)$

iii) নং সমীকরণকে সমাধান করে পাই,

$$V = K_1 \cosh(x\sqrt{yz}) + K_2 \sinh(x\sqrt{yz})$$

$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (iv)$

$iv)$ নং সমীকরণকে x —এর সাপেক্ষে অন্তরীকরণ করে পাই,

$$\frac{dV}{dx} = K_1 \sqrt{yz}\ sinh(x\sqrt{yz}) + K_2 \sqrt{yz}\ cosh(x\sqrt{yz})$$

দীর্ঘ পরিবহন লাইনের লাইন ধ্রুবক

কিন্তু, $\frac{dV}{dx} = Iz$

$\therefore\ Iz = K_1 \sqrt{yz}\ sinh(x\sqrt{yz}) + K_2 \sqrt{yz}\ cosh(x\sqrt{yz})$

বা, $I = \sqrt{\frac{y}{z}}\ [K_1\ sinh(x\sqrt{yz}) + K_2\ cosh(x\sqrt{yz})] \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ (v)$

এখন, গ্রহণ প্রান্তের ক্ষেত্রে যদি, $x = 0, V = V_R$ এবং $I = I_R$ হয়, তবে (iv) নং এবং (v) নং-এ তা বসিয়ে পাই,

$$V_R = K_1\ cosh\ 0 + K_2\ sinh\ 0 = K_1$$

বা, $V_R = K_1$

এবং $I_R = \sqrt{\frac{y}{z}}\ [K_1\ sinh\ 0 + K_2\ cosh\ 0] = \sqrt{\frac{y}{z}}\ (0 + K_2)$

বা, $K_2 = \sqrt{\frac{z}{y}}\ I_R$

এখন, (iv) নং এবং (v) নং সমীকরণে K_1 এবং K_2 এর মান বসিয়ে পাই,

$$V = V_R \cosh\left(x\sqrt{yz}\right) + \sqrt{\frac{z}{y}}\ I_R$$

$\sinh\left(x\sqrt{yz}\right) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ (vi)$ এবং

$$I = \sqrt{\frac{y}{z}}\ V_R \sinh(x\sqrt{yz}) + I_R$$

$\cosh\left(x\sqrt{yz}\right) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ (vii)$

ধরি, গ্রহণ প্রান্ত হতে প্রেরণ প্রান্তের দূরত্ব l, সুতরাং (vi) এবং (vii) নং সমীকরণে $x = l$ বসালে প্রেরণ প্রান্তের ভোল্টেজ V_S এবং কারেন্ট I_S পাওয়া যায়।

$$\therefore\ V_S = V_R \cosh(l\sqrt{yz}) + \sqrt{\frac{z}{y}}\ I_R \sinh(l\sqrt{yz})$$

এবং $I_S = \sqrt{\frac{y}{z}}\ V_R \sinh(l\sqrt{yz}) + I_R \cosh(l\sqrt{yz})$

এখন, $\left(l\sqrt{yz}\right) = \sqrt{ly} \cdot lz = \sqrt{YZ}$

এবং $\sqrt{\frac{z}{y}} = \sqrt{\frac{zl}{yl}} = \sqrt{\frac{Z}{Y}}$

যখন, Y = লাইনের মোট শান্ট অ্যাডমিট্যান্স

Z = " " " সিরিজ ইম্পিড্যান্স

সুতরাং, V_S এবং I_S হবে-

$$V_S = V_R \cosh\sqrt{YZ} + I_R \sqrt{\frac{Z}{Y}} \sinh\sqrt{YZ}$$

$$I_S = V_R \sqrt{\frac{Y}{Z}} \sinh\sqrt{YZ} + I_R \cosh\sqrt{YZ}$$

❖ সমাপ্ত ❖

অধ্যায়-৩ উচ্চ ভোল্টেজ ডিসি পরিবহন (HVDC)

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

**** ১। হাই-ভোল্টেজ ডিসি (HVDC) বলতে কী বোঝায়?**

বাকাশিবো- ২০১৬, ২৩

উত্তর ঃ যখন অনেক বেশি পরিমাণ বিদ্যুৎ শক্তিকে অনেক দূরে পাঠানোর প্রয়োজন হয়, তখন উচ্চ ভোল্টেজের ডাইরেক্ট কারেন্ট বা ডিসি সিস্টেম ব্যবহার করা হয়। এই বিশেষ ব্যবস্থাকেই হাই-ভোল্টেজ ডিসি বা সংক্ষেপে HVDC বলা হয়।

***** ২। ফেরান্টি ইফেক্ট (Ferranti Effect) কী?**

বাকাশিবো- ২০০২, ০৮, ১০, ১২, ১৪, ১৫'পরি, ২২

উত্তর ঃ দীর্ঘ বা মাঝারি দৈর্ঘ্যের বিদ্যুৎ লাইনে যখন কোনো লোড থাকে না (No Load) অথবা খুব সামান্য লোড থাকে, তখন লাইনের শেষ প্রান্তের ভোল্টেজ শুরু প্রান্তের ভোল্টেজের চেয়ে বেশি হয়ে যায়। বিদ্যুতের এই বিশেষ ধর্ম বা অবস্থাকেই ফেরান্টি ইফেক্ট বলা হয়।

***** ৩। ডিসি সিস্টেমে ইনসুলেশন কম লাগে কেন?**

বাকাশিবো- ২০০৭, ১০, ১৫, ১৬, ১৭, ২১

উত্তর ঃ এসি সিস্টেমের তুলনায় ডিসি সিস্টেমে বৈদ্যুতিক চাপ বা স্ট্রেস অনেক কম থাকে। এসি-র তুলনায় ডিসি সিস্টেমে ইনসুলেশনের উপর বৈদ্যুতিক চাপ $\frac{1}{\sqrt{2}}$ গুণ হওয়ায় ডিসিতে ইনসুলেশন কম দরকার হয়।

**** ৪। এসি ট্রান্সমিশনের ২টি সুবিধা লেখ।** বাকাশিবো- ২০২০

উত্তর ঃ এসি ট্রান্সমিশনের দুটি প্রধান সুবিধা নিচে দেওয়া হলো ঃ

i) এসি সিস্টেমে ট্রান্সফর্মার ব্যবহার করে ভোল্টেজকে প্রয়োজনমতো খুব সহজে বাড়ানো (Step Up) বা কমানো (Step Down) যায়। এর ফলে অনেক দূরে বিদ্যুৎ পাঠানো সহজ ও সাশ্রয়ী হয়।

ii) এসি সিস্টেমে খুব সহজেই উচ্চ ভোল্টেজে বিদ্যুৎ উৎপাদন বা জেনারেট করা সম্ভব হয়।

***** ৫। DC সঞ্চালন ব্যবস্থায় থাইরিস্ট কনভার্টারের কাজ কী?**

বাকাশিবো- ২০০৫, ০৭, ১২, ১৬, ১৭, ১৮, ২০'পরি, ২৩'পরি, ২৪

উত্তর ঃ থাইরিস্ট কনভার্টার এমন একটি ইলেকট্রনিক ডিভাইস যা সরাসরি বিদ্যুৎ প্রবাহকে (DC) পরিবর্তনশীল বিদ্যুৎ প্রবাহে (AC) রূপান্তরিত করে। মূলত সঞ্চালন লাইন দিয়ে আসা DC বিদ্যুৎকে গ্রাহকের ব্যবহারের উপযোগী AC বিদ্যুতে রূপান্তর করাই এর প্রধান কাজ।

**** ৬। ভূ-উপরিস্থ সঞ্চালন লাইনে কোন তার বা পরিবাহী সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত হয়?** বাকাশিবো- ২০১৫

উত্তর ঃ ওভারহেড ট্রান্সমিশন লাইনে সাধারণত ACSR (Aluminum Conductor Steel Reinforced) পরিবাহী বা তার সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত হয়। এটি ওজনে হালকা কিন্তু যান্ত্রিকভাবে অনেক শক্তিশালী হয়।

**** ৭। NLDC এর পূর্ণরূপ কী?** বাকাশিবো- ২০১৫

উত্তর ঃ NLDC এর পূর্ণরূপ হলো National Load Dispatch Center। এটি একটি কেন্দ্রীয় নিয়ন্ত্রণ কেন্দ্র যা সারা দেশের বিদ্যুৎ উৎপাদন ও চাহিদার মধ্যে ভারসাম্য রক্ষা করে।

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। হাই-ভোল্টেজ ডিসি বা HVDC বিদ্যুৎ পরিবহনের সুবিধাগুলো কী কী?** বাকাশিবো- ২০০৬, ০৭, ০৯, ১১, ১২, ১৬, ১৬'পরি, ১৭, ২০'পরি, ২২, ২৩

উত্তর ঃ উচ্চ ভোল্টেজ ডিসি ($HVDC$) পদ্ধতিতে বিদ্যুৎ পাঠানোর প্রধান সুবিধাগুলো নিচে সহজ ও বোধগম্য ভাষায় দেওয়া হলো

i) এসি পদ্ধতির তুলনায় এই পদ্ধতিতে বিদ্যুৎ পাঠাতে পরিবাহী তার অনেক কম লাগে যার ফলে খরচ অনেক কমে যায়।

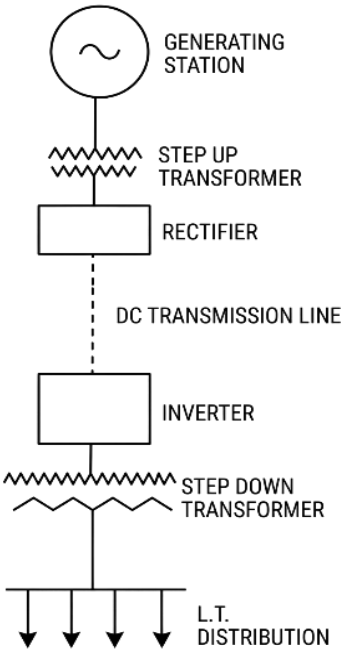
ii) এই লাইনে পাওয়ার লস বা খরহব $loss$ অনেক কম হয়।

iii) এতে এসি এর তুলনায় $87\ \%\ Insulation$ লাগে যা অনেক সাশ্রয়ী।

iv) এই পদ্ধতিতে বিদ্যুৎ প্রবাহ খুব সহজে নিয়ন্ত্রণ করা যায়।

***** ২। HVDC পরিবহন লাইনের সিঙ্গেল লাইন ডায়াগ্রাম অঙ্কনপূর্বক চিহ্নিত কর।** বাকাশিবো- ২০১৪'পরি, ১৮, ১৮'পরি, ২৩

উত্তর ঃ নিম্নে HVDC পরিবহন লাইনের সিঙ্গেল লাইন ডায়াগ্রাম অঙ্কন করা হলো ঃ



**** ৩। HVDC পদ্ধতি কত প্রকার ও কী কী? অথবা, HVDC লিংকের শ্রেণিবিভাগ লেখ।** বাকাশিবো- ২০১৭

উত্তর ঃ HVDC পদ্ধতির প্রধান প্রকারভেদগুলো নিচে দেওয়া হলো

i) Bipolar Two-Terminal HVDC Transmission System.

ii) Bipolar Multi Terminal HVDC Transmission System.

iii) Mono polar Terminal HVDC Transmission System.

iv) Homo polar Terminal HVDC Transmission System.

v) Back to Back HVDC Coupling System.

**** ৪। এসি (AC) ট্রান্সমিশনের ৪টি অসুবিধা বা সীমাবদ্ধতা লেখ।**

বাকাশিবো- ২০০৬, ১৭

উত্তর ঃ এসি ট্রান্সমিশনের প্রধান ৪টি অসুবিধা হলো ঃ

i) ডিসি সিস্টেমের তুলনায় এতে পরিবাহী তারের পরিমাণ বেশি লাগে।

ii) লাইনে পাওয়ার লস বা শক্তির অপচয় বেশি হয়।

iii) লাইনের সুরক্ষার জন্য ইনসুলেশন খরচ বেশি পড়ে।

iv) ট্রান্সমিশন লাইনের দৈর্ঘ্য বেশি হলে চার্জিং কারেন্টের কারণে অপচয় বেড়ে যায়।

***** ৫। এসি ট্রান্সমিশন ও ডিসি ট্রান্সমিশনের মাঝে কোনটি বেশি সুবিধাজনক ও কেন?**

বাকাশিবো- ২০১০, ১৪

উত্তর ঃ এসি ট্রান্সমিশনের তুলনায় ডিসি ট্রান্সমিশন বেশি সুবিধাজনক। এর প্রধান কারণগুলো নিচে দেওয়া হলো ঃ

i) এসি সিস্টেমের তুলনায় ডিসি সিস্টেমে পরিবাহী তার কম লাগে।

ii) এসির তুলনায় ডিসিতে মাত্র 87% ইনসুলেশন প্রয়োজন হয়।

iii) লাইনে পাওয়ার লস বা অপচয় অনেক কম হয়।

iv) বিদ্যুৎ পরিবহনের দক্ষতা অনেক বেশি থাকে।

**** ৬। উচ্চ ভোল্টেজে পাওয়ার ট্রান্সমিশন বা ডিসি পরিবহনের (HVDC) সুবিধাসমূহ লেখ।** বাকাশিবো- ২০০২, ০৪, ০৭

উত্তর ঃ উচ্চ ভোল্টেজে বিদ্যুৎ পরিবহনের প্রধান সুবিধাসমূহ নিচে দেওয়া হলো ঃ

i) লাইনে কারেন্টের মান কম থাকায় লাইন লস অনেক কমে যায়।

ii) বিদ্যুৎ পরিবহনের সামগ্রিক দক্ষতা বৃদ্ধি পায়।

iii) ভোল্টেজ রেগুলেশন অনেক উন্নত হয় অর্থাৎ ভোল্টেজ ড্রপ কম হয়।

iv) চিকন তার ব্যবহার করা যায় বলে পরিবহন খরচ অনেক কম হয়

❖ সমাপ্ত ❖

অধ্যায়-৪ ডিসি ডিস্ট্রিবিউশন সিস্টেম

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। রিং ডিস্ট্রিবিউটর বলতে কী বোঝায়?**

বাকাশিবো- ২০০৪, ০৬, ০৯, ১০, ১৭, ২১, ২২

উত্তর ঃ রিং ডিস্ট্রিবিউটর হলো এমন একটি গোলকার বা বদ্ধ বৈদ্যুতিক পথ যার এক বা একাধিক জায়গা থেকে বিদ্যুৎ গ্রহণ করে গ্রাহকদের মধ্যে বিতরণ করা হয়। এটি অনেকটা লুপ বা রিং-এর মতো কাজ করে।

***** ২। ফিডার লাইন ডিজাইনের প্রধান বিবেচ্য বিষয়গুলো কী কী?**

বাকাশিবো- ২০০৮, ১১, ১২, ১৪'পরি, ১৫'পরি, ২০

উত্তর ঃ একটি ফিডার লাইন বা ডিস্ট্রিবিউটর ডিজাইন করার সময় নিচের বিষয়গুলো প্রধানত বিবেচনা করা হয় ঃ

i) লোড বা গ্রাহকের বিদ্যুতের চাহিদা।

ii) লাইনের দৈর্ঘ্য বা দূরত্ব।

iii) পরিবাহী তারের প্রস্থচ্ছেদ বা তারটি কতটা মোটা হবে।

iv) সামগ্রিক অর্থনীতি অর্থাৎ লাইন লস যেন সবচেয়ে কম হয়।

v) প্রতি একক দৈর্ঘ্যে ভোল্টেজ ড্রপ কত হচ্ছে তার হিসাব।

**** ৩। ইন্টারকানেক্টর কাকে বলে?** বাকাশিবো- ২০০৬, ১৮

উত্তর ঃ রিং ডিস্ট্রিবিউটরের ভোল্টেজ ড্রপ কমানোর জন্য এর দুই প্রান্তকে সংযোগ করতে যে বাড়তি পরিবাহী তার ব্যবহার করা হয় তাকে ইন্টারকানেক্টর বলা হয়।

*** ৪। রিং ডিস্ট্রিবিউটর ব্যবহারের প্রধান সুবিধা কী? বাকাশিবো- ০৭, ১৬**

উত্তর ঃ রিং ডিস্ট্রিবিউটরের সবচেয়ে বড় সুবিধা হলো এর কোনো একটি ফিডার লাইন নষ্ট হয়ে গেলেও গ্রাহকদের বিদ্যুৎ সরবরাহ বন্ধ হয় না অর্থাৎ সরবরাহ বজায় থাকে।

**** ৫। ডিস্ট্রিবিউশন লাইনের ভোল্টেজ রেটিংগুলো কত কত হয়?**

বাকাশিবো- ২০০৮

উত্তর ঃ ডিস্ট্রিবিউশন লাইনের সাধারণ ভোল্টেজ রেটিংগুলো হলো 11kV, 6.6kV, 3.3kV I 0.4kV।

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। ডাবল ফিড ডিস্ট্রিবিউটরের সুবিধাগুলো কী কী?**

বাকাশিবো- ২০০৬, ০৯, ১২, ২০

উত্তর ঃ ডাবল ফিড ডিস্ট্রিবিউটর বা দু'প্রান্তে ফিড করা ডিস্ট্রিবিউটরের প্রধান সুবিধাগুলো নিচে বর্ণনা করা হলো ঃ

i) এই পদ্ধতিতে ডিস্ট্রিবিউটরের প্রতিটি পয়েন্টে ভোল্টেজের মান প্রায় সমান থাকে, যার ফলে গ্রাহক স্থিতিশীল ভোল্টেজ পায়।

রর. সিঙ্গেল ফেড ডিস্ট্রিবিউটরের তুলনায় এখানে লাইন লস বা সিস্টেমের শক্তির অপচয় অনেক কম হয়।

ii) যেহেতু কারেন্ট দুদিক থেকে প্রবাহিত হয়, তাই একই পরিমাণ লোড বহন করার জন্য তারের ব্যাস বা পুরত্ব কম হলেও চলে। এতে পরিবাহী তারের খরচ সাশ্রয় হয়।

iii) লাইনের কোনো এক অংশে ত্রুটি দেখা দিলেও অন্য প্রান্ত দিয়ে বিদ্যুৎ সরবরাহ সচল রাখা সম্ভব হয়, ফলে বিদ্যুৎ বিভ্রাট কম ঘটে।

***** ২। রিং ডিস্ট্রিবিউটর ব্যবহারের সুবিধাগুলো কী কী?**

বাকাশিবো- ২০০৮, ১০, ১১, ১৩, ১৫, ১৬'পরি

উত্তর ঃ বিদ্যুৎ বিতরণে রিং ডিস্ট্রিবিউটর ব্যবহারের প্রধান সুবিধাগুলো হলো ঃ

i) এই পদ্ধতিতে কপার বা তামা অন্য সিস্টেমের তুলনায় কম লাগে, যা পুরো প্রকল্পের খরচ কমিয়ে দেয়।

ii) লাইনের বিভিন্ন পয়েন্টে ভোল্টেজ ড্রপ খুব কম হয়, ফলে ভোল্টেজ রেগুলেশন অনেক উন্নত মানের হয়।

iii) এটি অত্যন্ত নির্ভরযোগ্য একটি সিস্টেম। কারণ কোনো একটি ফিডার লাইন বা সেকশন নষ্ট হয়ে গেলেও বিদ্যুৎ সরবরাহ পুরোপুরি বন্ধ হয় না; অন্য দিক ঘুরে বিদ্যুৎ গ্রাহকের কাছে পৌঁছে যায়।

**** ৩। বিভিন্ন প্রকার ডিসি ডিস্ট্রিবিউটরের নাম লেখ।** বাকাশিবো- ২০১৫

উত্তর ঃ লোড পয়েন্টে বিদ্যুৎ পৌঁছে দেওয়ার জন্য বিভিন্ন পদ্ধতিতে ফিডিং বা বিদ্যুৎ সরবরাহ করা হয়। সংযোগের ধরণ অনুযায়ী ডিসি ডিস্ট্রিবিউটর প্রধানত চার প্রকারের হয়ে থাকে। যথা-

i) একপ্রান্তে ফিড করা ডিস্ট্রিবিউটর (Distributor fed at one end)

ii) উভয় প্রান্তে ফিড করা ডিস্ট্রিবিউটর (Distributor fed at both ends)

iii) মধ্যবিন্দুতে ফিড করা ডিস্ট্রিবিউটর (Distributor fed at the center)

iv) রিং মেইন ডিস্ট্রিবিউটর (Ring main distributor)

*** ৪। দু'প্রান্তে ফিড করা ডিস্ট্রিবিউটরের সুবিধাগুলো কী কী?**

বাকাশিবো- ২০০৯, ১২

উত্তর ঃ যখন একটি ডিস্ট্রিবিউটরের দুই মাথা থেকেই বিদ্যুৎ সরবরাহ করা হয়, তখন তাকে দু'প্রান্তে ফিড করা ডিস্ট্রিবিউটর বলে। এই পদ্ধতির প্রধান সুবিধাগুলো নিচে দেওয়া হলো ঃ

i) এই পদ্ধতিতে লাইনের যেকোনো একপাশে ত্রুটি দেখা দিলে বা মেরামতের প্রয়োজন হলে বিদ্যুৎ সরবরাহ পুরোপুরি বন্ধ করতে হয় না, অন্য প্রান্ত দিয়ে বিদ্যুৎ চালু রাখা যায়।

ii) গ্রাহক প্রান্তে ভোল্টেজ ড্রপ অনেক কম হয়, ফলে ভোল্টেজ স্ট্যাবিলিটি বা স্থিতিশীলতা ভালো থাকে।

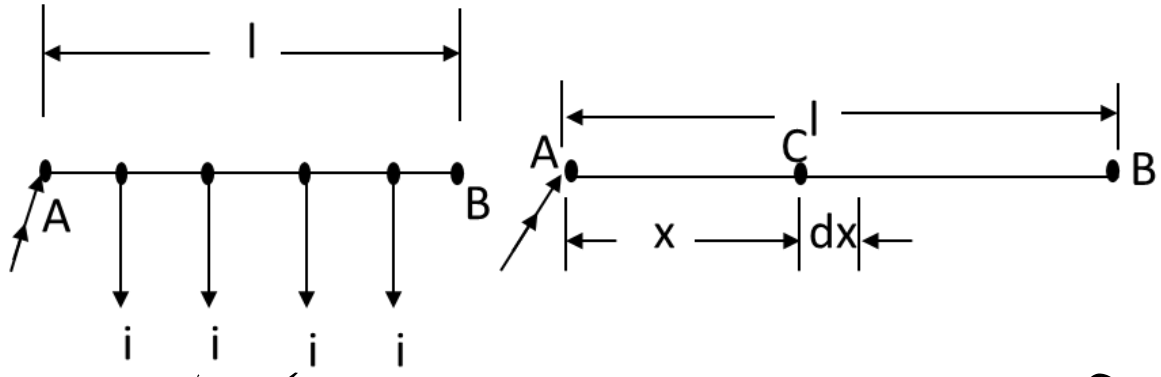
iii) লাইনের কোনো এক জায়গায় ক্যাবল ছিঁড়ে গেলেও অন্য প্রান্ত দিয়ে গ্রাহকরা বিদ্যুৎ পেতে পারেন, যার ফলে বিদ্যুৎ সরবরাহ অবিচ্ছিন্ন বা অক্ষুণ্ন থাকে।

SOS গাণিতিক সমস্যাবলি ঃ

***** ১। দেখাও যে, এক প্রান্তে ভোল্টেজ প্রযুক্ত সমহার কারেন্ট সরবরাহকৃত ডিস্ট্রিবিউটারের সর্বমোট ভোল্টেজ ড্রপের মান IR/2 ভোল্ট।**

বাকাশিবো- ২০০৫, ০৬, ০৯, ১০, ১১, ১২, ১৩, ১৪, ১৬, ১৭, ১৮, ২১'পরি

সমাধান ঃ



ফিডারের সমস্ত দৈর্ঘ্য জুড়ে (Throughout its length) যদি সমহারে কারেন্ট ট্যাপড্ অফ্ করা হয় তবে একে সমহারে লোডেড ডিস্ট্রিবিউটর বলা হয়। AB ফিডারটির প্রতি এককের রেজিস্ট্যান্স 'r' এবং প্রতি একক দৈর্ঘ্য পর পর i অ্যাম্পিয়ার লোডিং আছে। তাহলে যে-কোনো বিন্দু C (যা ফিডিং পয়েন্ট হতে x দূরত্বে অবস্থিত) এর কারেন্ট প্রবাহ স্পষ্টতই il - ix ।

এখন ধরা যাক, যে-কোনো ক্ষুদ্রতম অংশ dx (কে বিন্দুর কাছাকাছি) এর ভোল্টেজ ড্রপ,

$$dv = i(l - x)\, r\, dx = (i\, lr - irx)\, dx$$

$$\therefore C \text{ বিন্দু পর্যন্ত } V = \int_0^v dv = \int_0^x (ilr - ixr)\, dx$$

অথবা, $V = \left[ilrx - \frac{ix^2 r}{2} \right]_0^x = ir\left(lx - \frac{x^2}{2} \right)$

অতএব, অই পর্যন্ত ড্রপ $= ir\left(l^2 - \frac{l^2}{2}\right)$ [$\therefore$ শেষ প্রান্তে $x = l$]

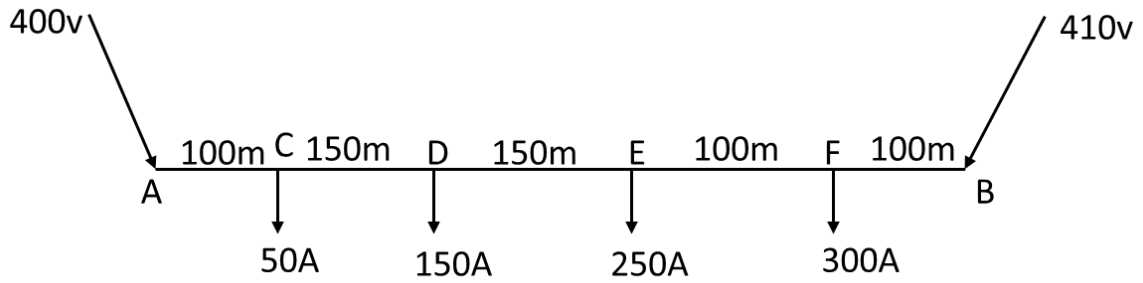
$$= \frac{irl^2}{2} = il \times \frac{rl}{2}$$

$$= \frac{IR}{2} \; [\therefore \; il = I \text{ এবং } rl = R]$$

উপরি-উক্ত সূত্র হতে দেখা যায় যে, মোট ড্রপ সমস্ত লোড মধ্যবিন্দুতে অবস্থান করলে ফিডিং পয়েন্টে যে ভ্রামক বল সৃষ্টি হতো তার সমান।

***** ২। একটি দুই তার 600m দীর্ঘ AB ডিস্ট্রিবিউটরের A বিন্দু হতে 100m, 250m, 400m ও 500m দূরত্বে যথাক্রমে 50A, 150A, 250A, ও 300A লোড প্রদান করা হয়। A প্রান্তে 400V এবং B প্রান্তে 410V সরবরাহ করা হলে গ্রাহকের সর্বনিম্ন ভোল্টেজ নির্ণয় কর। এক তার প্রতি কিমি এর রোধ 0.3 Ω** বাকাশিবো- ২০০৭, ১৩

সমাধান ঃ



ধরি, $I_{BF} = I \; Amp$

দেওয়া আছে,

$V_A = 400 \; V$

$V_B = 410 \; V$

$R/km = 0.3 \; \Omega$

$R/m\ (Double\ wire) = 0.3 \times 2 \times 10^{-3}\ \Omega$

$= 0.6 \times 10^{-3}\ \Omega$

ডিসি ডিস্ট্রিবিউশন সিস্টেম

$V_B > V_A$

$\therefore V_B - V_A = \Sigma\, Drop$

$\rightarrow 410 - 400 = 0.6 \times 10^{-3}\, 100I + 100(I - 300) + 150(I - 550) + 150(I - 700) + 100(I - 750)$

$\rightarrow 10 = \dfrac{360I - 175500}{1000}$

$\rightarrow 10000 = 360I - 175500$

$\rightarrow 360I = 185500$

$\rightarrow I = 515.278\ A.$

$\therefore I_{BF} = 515.278\ A$

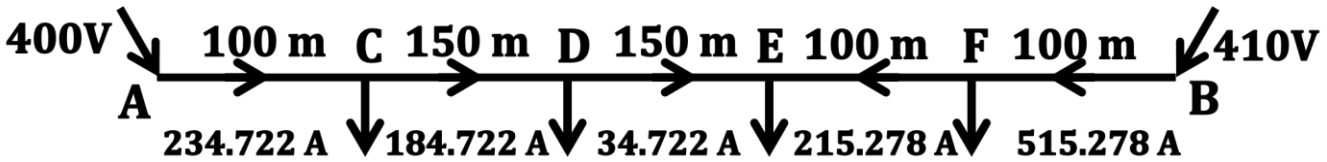
$\therefore I_{FE} = 515.278 - 300 = 215.278\ A$

$\therefore I_{ED} = 215.278 - 250 = -34.722\ A$

$\therefore I_{DC} = -34.722 - 150 = -184.722\ A$

$\therefore I_{CA} = -184.722 - 50 = -234.722\ A$

প্রকৃত কারেন্ট ডিস্ট্রিবিউশনটি নিম্নরূপ-



এখানে E বিন্দুতে উভয় দিক হতে কারেন্ট আসছে।

$\therefore$ E বিন্দুই সর্বনিম্ন ভোল্টেজ বিন্দু।

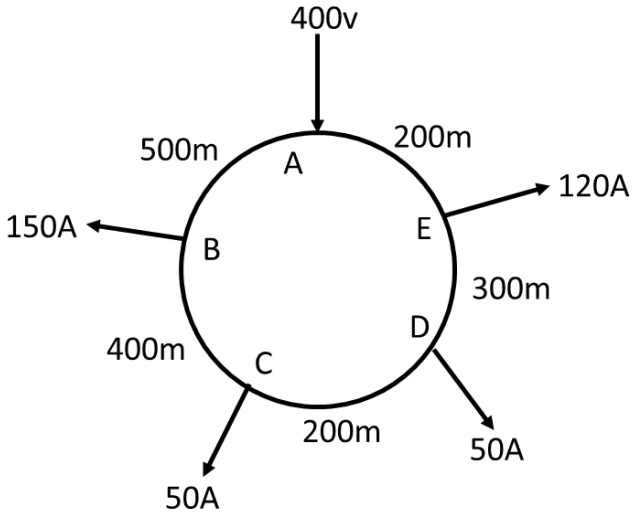
$$\therefore V_E = V_A - V_{AE}$$

$$= 400 - 0.6 \times 10^{-3} (100 \times 234.722 + 150 \times 184.722 + 150 \times 34.722)$$

$$= 366.16\, V \text{ (উত্তর)}$$

***** ৩। নিম্নে প্রদর্শিত দু'তার রিং ডিস্ট্রিবিউটরের প্রতি তারের এবং প্রতি কিমি এর রোধ 0.05 ওহম হলে সর্বনিম্ন ভোল্টেজ বিন্দু এবং ঐ বিন্দুর ভোল্টেজ নির্ণয় কর।** বাকাশিবো- ২০১০

সমাধান ঃ



ধরি, $I_{AB} = IA$

দেওয়া আছে,

$$\frac{R}{km} = \therefore 0.05$$

$$\therefore \frac{R}{m} = \frac{0.05 \times 2}{1000} = 1 \times 10^{-4}\ \Omega$$

এখন, $\Sigma V_{Drop} = 0$

বা, $1 \times 10^{-4} \{ I \times 500 + (I - 150) \times 400 + (I - 150 - 50) \times 200 + (I - 150 - 50 - 50) \times 300 + (I - 150 - 50 - 50 - 120) \times 200\} = 0$

বা, $500I + 400I - 60000 + 200I - 40000 + 300I - 75000 + 200I - 74000 = 0$

বা, $1600I - 249000 = 0$

$\therefore I = 155.625\ Amp$

$\therefore V_B = 400 - 155.625 \times 500 \times 1 \times 10^{-4}$
$= 392.21875\, Volt$

$\therefore V_C = 392.21875 - (155.625 - 150) \times 400 \times 1 \times 10^{-4} = 391.993\, Volt$

$\therefore V_D = 391.993 - (155.625 - 150 - 50) \times 200 \times 1 \times 10^{-4} = 392.88\, Volt$

$\therefore V_E = 392.88 - (155.625 - 150 - 50 - 50) \times 300 \times 1 \times 10^{-4} = 395.712\, Volt$

$\therefore$ সর্বনিম্ন ভোল্টেজ বিন্দু C এবং ঐ বিন্দুর ভোল্টেজ 391.993 Volt (Ans.)

❖ সমাপ্ত ❖

অধ্যায়-৫ এসি ডিস্ট্রিবিউশন সিস্টেম

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

**** ১। ইন্টারকানেক্টেড সিস্টেম বলতে কী বোঝায়?**

বাকাশিবো- ২০১৪, ১৭, ২০'পরি, ২১

উত্তর ঃ যখন কোনো একটি রিং ডিস্ট্রিবিউটরের দৈর্ঘ্য অনেক বেশি হয়ে যায়, তখন লাইনের শেষ প্রান্তে ভোল্টেজ অনেক কমে যায়। এই সমস্যা দূর করার জন্য ডিস্ট্রিবিউটরের দূরবর্তী পয়েন্টগুলোর মধ্যে বাড়তি তার দিয়ে যে নতুন সংযোগ তৈরি করা হয়, তাকেই ইন্টারকানেক্টেড সিস্টেম বলে। এটি মূলত ভোল্টেজ স্থিতিশীল রাখার একটি কৌশল।

**** ২। একটি আদর্শ ডিস্ট্রিবিউশন সিস্টেমে লাইনের দক্ষতা (Efficiency) কত হওয়া উচিত?** বাকাশিবো- ২০২০

উত্তর ঃ একটি উন্নত ও আদর্শ ডিস্ট্রিবিউশন পদ্ধতিতে লাইনের দক্ষতা সাধারণত 90% হওয়া প্রয়োজন।

**** ৩। এসি ডিস্ট্রিবিউশন ব্যবস্থায় পাওয়ার ফ্যাক্টরের গুরুত্ব ব্যাখ্যা কর।**

বাকাশিবো- ২০১৯

উত্তর ঃ এসি সিস্টেমে পাওয়ার ফ্যাক্টর খুবই গুরুত্বপূর্ণ কারণ পাওয়ার ফ্যাক্টরের মান কমে গেলে লাইনে কারেন্টের প্রবাহ বেড়ে যায়। কারেন্ট বাড়লে লাইনের কপার লস (তাপীয় অপচয়) বৃদ্ধি পায় এবং সিস্টেমের

আউটপুট ক্ষমতা কমে যায়। তাই সিস্টেমকে সচল ও সাশ্রয়ী রাখতে পাওয়ার ফ্যাক্টর একটি নির্দিষ্ট ও উন্নত মানে রাখা জরুরি।

***** ৪। ভোল্টেজ ক্যালকুলেশনের ক্ষেত্রে ডিসি ডিস্ট্রিবিউটরের তুলনায় এসি ডিস্ট্রিবিউটরে কোন বিষয়গুলো বাড়তি বিবেচনা করতে হয়?**

বাকাশিবো- ২০১৫'পরি, ১৭, ১৮, ১৮'পরি

উত্তর ঃ ডিসি ডিস্ট্রিবিউটরে শুধুমাত্র রেজিস্ট্যান্স নিয়ে কাজ করলেই হয়, কিন্তু এসি ডিস্ট্রিবিউটরের ক্ষেত্রে হিসাব কিছুটা ভিন্ন ও বিস্তারিত। এখানে ভোল্টেজ ড্রপ নির্ণয়ের সময় রেজিস্ট্রিভ লোড, ইন্ডাকটিভ লোড এবং ক্যাপাসিটিভ লোড–এই তিন ধরনের লোডই বিবেচনা করতে হয়। এছাড়া সাধারণ গাণিতিক যোগ-বিয়োগের বদলে এখানে ভেক্টর পদ্ধতি (Vector Method) অনুসরণ করে ক্যালকুলেশন করা হয় এবং প্রতিটি লোডের পাওয়ার ফ্যাক্টরকে গুরুত্বের সাথে হিসেবে অন্তর্ভুক্ত করা হয়।

**** ৫। এসি ডিস্ট্রিবিউটরে লোড কারেন্টের পাওয়ার ফ্যাক্টর কোন কোন উপায়ে নির্ধারণ করা হয়?**

বাকাশিবো- ২০১০, ১২, ১৫, ১৬

উত্তর ঃ এসি ডিস্ট্রিবিউশনে লোড পাওয়ার ফ্যাক্টর মূলত দুটি উপায়ে বিবেচনা করা হয়ে থাকে। প্রথমত, রিসিভিং এন্ড গ্রহণ অথবা সেন্ডিং এন্ড (প্রেরণ প্রান্ত) এর ভোল্টেজকে রেফারেন্স বা মূল ভিত্তি ধরে পাওয়ার ফ্যাক্টর নির্ণয় করা। দ্বিতীয়ত, সরাসরি প্রতিটি লোড ভোল্টেজকে রেফারেন্স হিসেবে ধরে পাওয়ার ফ্যাক্টর বিবেচনা করা।

**** ৬। ইন্টারকানেক্টরের প্রধান কাজ কী?** বাকাশিবো- ২০১৫

উত্তর ঃ বিশাল এলাকায় বিদ্যুৎ সরবরাহের জন্য যখন রিং ডিস্ট্রিবিউটর ব্যবহার করা হয়, তখন দূরবর্তী পয়েন্টগুলোতে ভোল্টেজ ড্রপ অনেক বেড়ে যাওয়ার সম্ভাবনা থাকে। ইন্টারকানেক্টরের প্রধান কাজ হলো ডিস্ট্রিবিউটরের এই দূরবর্তী পয়েন্টগুলোর মধ্যে সংযোগ স্থাপন করে ভোল্টেজ ড্রপ কমিয়ে আনা এবং পুরো এলাকায় ভোল্টেজের সমতা বজায় রাখা।

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। ডিসি (DC) এবং এসি (AC) ডিস্ট্রিবিউশন সিস্টেমের মধ্যে পার্থক্যগুলো কী কী?** বাকাশিবো- ২০১৪'পরি, ১৮'পরি, ২৩, ২৪

উত্তর ঃ ডিসি এবং এসি ডিস্ট্রিবিউশন সিস্টেমের প্রধান পার্থক্যগুলো নিচে তুলে ধরা হলো ঃ

DC	AC
i) ডিসি সিস্টেমে এসি থেকে ডিসি করার জন্য অতিরিক্ত রেকটিফায়ার ইউনিটের প্রয়োজন হয়।	i) এসি সিস্টেমে সরাসরি ট্রান্সফরমার ব্যবহার করে বিদ্যুৎ বিতরণ করা যায়।
ii) ডিসি ডিস্ট্রিবিউশন সাধারণত 2-তার এবং 3-তার বিশিষ্ট হয়।	ii) এসি ডিস্ট্রিবিউশন মূলত প্রাইমারি এবং সেকেন্ডারি এই দুই ভাগে বিভক্ত।

iii) ডিসি সিস্টেমের ভোল্টেজ রেঞ্জ সাধারণত 220 ভোল্ট থেকে 1000 ভোল্ট পর্যন্ত হয়।	iii) এসি সিস্টেমে 230 ভোল্ট থেকে শুরু করে 11000 ভোল্ট (11 কেভি) পর্যন্ত ব্যবহৃত হয়।
iv) ডিসি সিস্টেমে লাইন লস কম হওয়ায় এর দক্ষতা বেশি থাকে।	iv) এসি সিস্টেমে লাইন লস তুলনামূলক বেশি হওয়ায় এর দক্ষতা কিছুটা কম হয়।

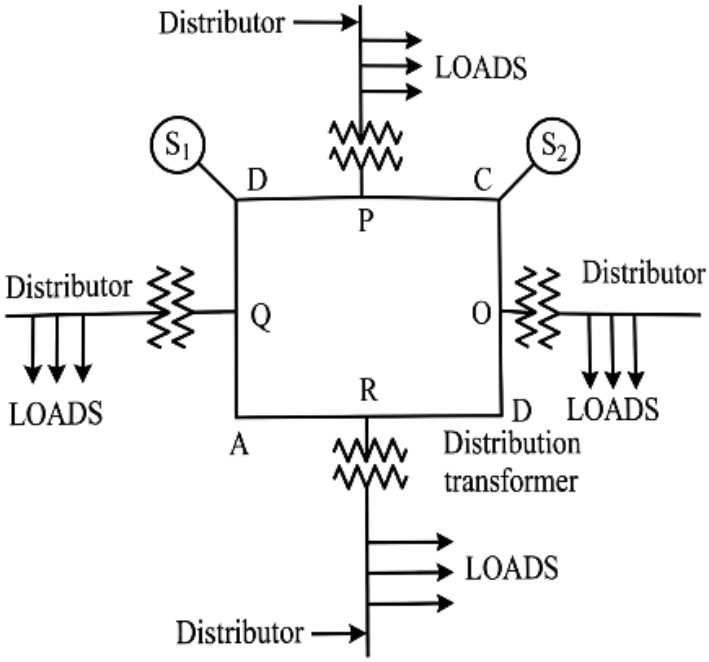
***** ২। সংযোগ পদ্ধতি অনুযায়ী এসি (AC) ডিস্ট্রিবিউশন পদ্ধতি কত প্রকার ও কী কী?** বাকাশিবো- ২০০১, ০৯, ২২

উত্তর ঃ তারের সংখ্যা এবং সংযোগের ধরণ অনুযায়ী এসি ডিস্ট্রিবিউশন পদ্ধতিকে প্রধানত নিচের ভাগে ভাগ করা যায় ঃ

i) সিঙ্গেল ফেজ ২-তার সিস্টেম ii) সিঙ্গেল ফেজ ৩-তার সিস্টেম
iii) টু-ফেজ ৩-তার সিস্টেম iv) টু-ফেজ ৪-তার সিস্টেম
v) থ্রি-ফেজ ৩-তার সিস্টেম vi) থ্রি-ফেজ ৪-তার সিস্টেম
vii) রেডিয়াল সিস্টেম viii) রিং মেইন সিস্টেম।

**** ৩। ইন্টারকানেক্টেড সিস্টেমের চিত্র অঙ্কন কর। বাকাশিবো- ২০১৭**

উত্তর ঃ ইন্টারকানেক্টেড সিস্টেমের চিত্র অঙ্কন করা হলো-



**** ৪। ইন্টারকানেক্টেড সিস্টেমের ৪টি সুবিধা লেখ।**

বাকাশিবো- ২০০৬, ০৯, ১৬, ১৬'পরি

উত্তর ঃ ইন্টারকানেক্টেড সিস্টেমের সুবিধাসমূহ নিম্নরূপ-

i) এই সিস্টেমের মাধ্যমে গ্রাহক পর্যায়ে নিরবচ্ছিন্ন বিদ্যুৎ সরবরাহ নিশ্চিত করা সম্ভব হয়।

ii) একটি পাওয়ার প্ল্যান্টে যান্ত্রিক ত্রুটি দেখা দিলেও অন্য প্ল্যান্টের মাধ্যমে বিদ্যুৎ সরবরাহ সচল রাখা যায়।

iii) এতে সিস্টেমের নির্ভরযোগ্যতা বৃদ্ধি পায় এবং পাওয়ার প্ল্যান্টের অপারেটিং খরচ অনেক কমে আসে।

iv) এই ব্যবস্থায় অতিরিক্ত লোড বা পিক আওয়ারে চাহিদা অনুযায়ী বিদ্যুৎ বণ্টন করা অনেক সহজ হয়।

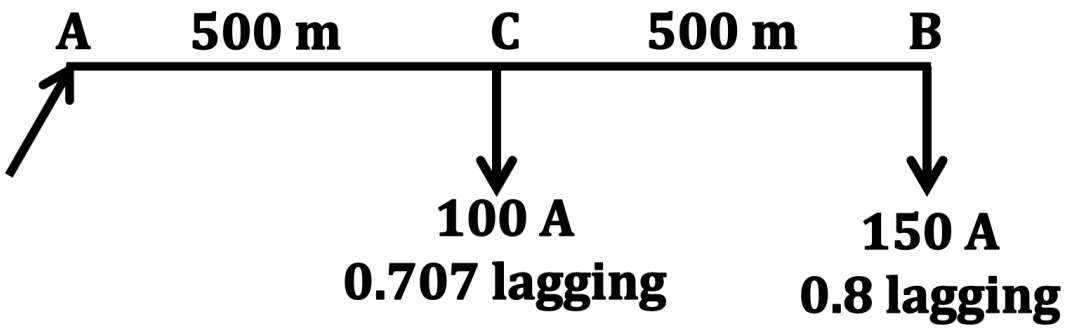
SOS গাণিতিক সমস্যাবলি ঃ

*** ১। নিচের চিত্রে একটি সিঙ্গেল ফেজ এসি ডিস্ট্রিবিউটর দেখানো হলো। প্রতি কিলোমিটার রোধ এবং রিয়্যাকট্যান্স যথাক্রমে 0.15 ওহম ও 0.1 ওহম। যদি দূরবর্তী প্রান্তের ভোল্টেজ 200 ভোল্ট হয়, তবে নির্ণয় কর ঃ

ক) প্রেরণ প্রান্তের ভোল্টেজ

(খ) দু প্রান্তের ভোল্টেজের মাঝে ফেজ কোণ। দূরবর্তী প্রান্তের ভোল্টেজ বিবেচনার লোড ফ্যাক্টর কর। বাকাশিবো- ২০০৫, ০৬, ০৯, ২১

সমাধান ঃ



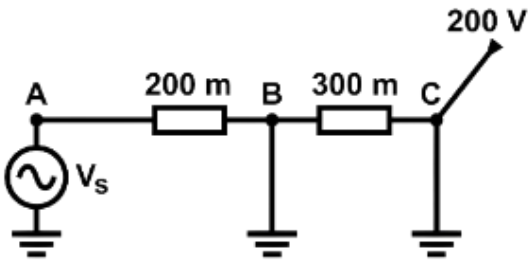
$\therefore\ I_{BC} = 200\angle -36.87°$

$\therefore\ I_{AB} = 100\angle -45° + 200\angle -36.87°$

$= 300\angle -39.58°$

$Z = \dfrac{0.15 + j0.1}{1000}$

$= 1.8027 \times 10^{-4}\angle 33.69°$



(ক) প্রেরণ প্রান্তের ভোল্টেজ, $V_S = V_C + V_{BC} + V_{AB}$

$= V_C + I_{BC} \times Z_{BC} + I_{AB} \times Z_{AB}$

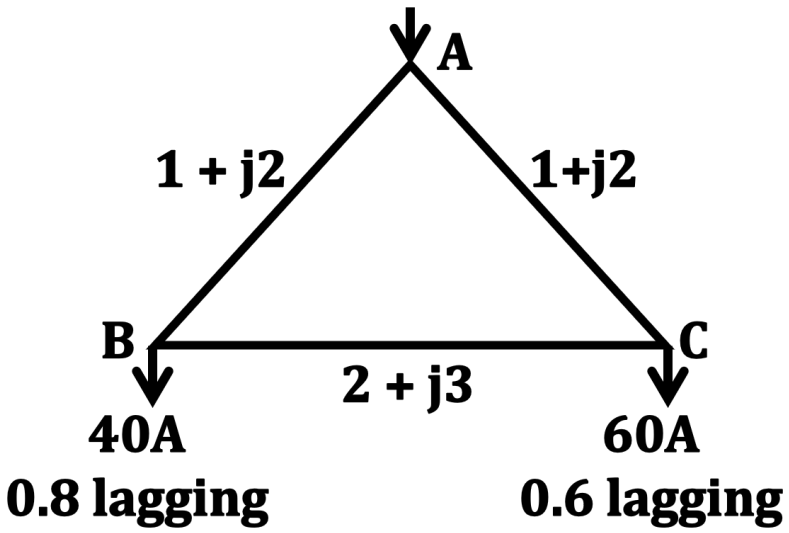
$= 200 + (200\angle -36.87° \times 300 \times 1.8027 \times 10^{-4}\angle 33.69°) + (300\angle -39.58 \times 200 \times 1.8027 \times 10^{-4}\angle 33.69°$

$= 221.56\angle -0.44°$ **(Ans.)**

(খ) ফেজ কোণ, $\theta = 0.44°$ **(Ans.)**

***** ২। নিচের চিত্রে প্রদর্শিত ডিস্ট্রিবিউটর AB, BC ও CA অংশের কারেন্ট নির্ণয় কর।** বাকাশিবো- ২০০৭, ১৭

সমাধান ঃ



$\cos\theta_1 = 0.8$

$\theta_1 = 36.87°$

$\cos\theta_2 = 0.6$

$\theta_2 = 53.13°$

$I_B = 40\angle -36.87°$

$I_C = 60\angle -53.13°$

$Vth\ law$ প্রয়োগ করে পাই,

$V_{AC} = Z_{AC} \times I_C = (1 + j2) \times (60 \angle -53.13°)$

$= 134.164 \angle 10.305°$

$V_{AB} = Z_{AB} \times I_B = (1 + j2) \times (40 \angle -36.87°)$

$= 89.44 \angle 26.56°$

থেভেনিন ভোল্টেজ, $V_{th} = V_{BC} = V_{AC} - V_{AB}$

$= 134.164 \angle 10.305° - 89.44 \angle 26.56°$

$= 54.4 \angle -17.09°$

থেভেনিন ইম্পিডেন্স,

$Z_{th} = 1 + j2 + 1 + j2 = 2 + j4\ \Omega$

$= 4.47 \angle 63.43°$

$I_{BC} = \frac{V_{th}}{Z_{th}} + Z_{BC} = \frac{54.4 \angle -17.09}{2 + j4 + 2 + j3}$

$= 6.75 \angle -77.34°$

$I_{AB} = I_B + I_{BC}$

$= 40 \angle -36.87° + 6.75 \angle -77.35°$

$= 45.34 \angle -42.41°$

$I_{AC} = I_C - I_{BC}$

$= 60 \angle -53.13 - 6.75 \angle -77.35$

$= 53.91 \angle -50.19°$ **(Ans)**

❖ সমাপ্ত ❖

অধ্যায়-৬ আন্ডারগ্রাউন্ড ক্যাবল

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। এরিয়াল ক্যাবল কোথায় ব্যবহৃত হয়?**

বাকাশিবো- ২০০৭, ০৮, ১৫'পরি, ২২

উত্তর ঃ এরিয়াল ক্যাবল সাধারণত গ্রাহকের সার্ভিস কানেকশন দিতে এবং পল্লী বিদ্যুৎ এলাকার বিদ্যুৎ লাইনে ব্যবহার করা হয়।

***** ২। আর্মারিং-এর কাজ কী?** বাকাশিবো- ২০১৬'পরি, ২০, ২৩, ২৩'পরি

উত্তর ঃ ক্যাবলকে টানা-হেঁচড়া বা বাহ্যিক যেকোনো যান্ত্রিক আঘাত ও ক্ষয়ক্ষতি থেকে রক্ষা করাই হলো আর্মারিং-এর প্রধান কাজ।

**** ৩। আন্ডারগ্রাউন্ড ক্যাবলে সাধারণত কী কী ত্রুটি দেখা যায়?**

বাকাশিবো- ২০২৩

উত্তর ঃ আন্ডারগ্রাউন্ড ক্যাবলে সাধারণত ওপেন সার্কিট ফল্ট, শর্ট সার্কিট ফল্ট এবং গ্রাউন্ড ফল্ট দেখা যায়।

***** ৪। PILC ক্যাবলের পূর্ণনাম লেখ।** বাকাশিবো- ২০০৮, ১১, ১৩, ১৬, ১৯, ২১

উত্তর ঃ PILC-এর পূর্ণনাম হলো Paper Insulated Lead Covered.

***** ৫। আর্মারিং কী?** বাকাশিবো- ২০০৮, ১১, ১২, ১৩, ২০'পরি

উত্তর ঃ ক্যাবলকে যান্ত্রিক আঘাত থেকে বাঁচানোর জন্য এর উপরে ইস্পাতের তার বা টেপের যে আবরণ দেওয়া হয়, তাকে আর্মারিং বলে।

***** ৬। এরিয়াল ক্যাবল কী?** বাকাশিবো- ২০১৪, ১৭, ১৮, ১৮'পরি

উত্তর ঃ এরিয়াল ক্যাবল হলো এক ধরনের স্ট্র্যান্ডেড কপার কন্ডাক্টর যার উপরে পিভিসির হালকা ইনসুলেশন থাকে।

***** ৭। সাবমেরিন ক্যাবল আসলে কী ধরনের ক্যাবল?**

বাকাশিবো- ২০১৭, ১৮, ১৮'পরি, ২৩'পরি

উত্তর ঃ সাবমেরিন ক্যাবল মূলত এক ধরনের বিশেষ সুরক্ষা সম্পন্ন XLPE বা অয়েল ফিল্ড টাইপ ক্যাবল।

**** ৮। XLPE বলতে কী বোঝায়?** বাকাশিবো- ২০০৬, ১৪'পরি, ১৮'পরি

উত্তর ঃ XLPE হলো ক্রস-লিঙ্কড পলিথিন নামক এক ধরনের থার্মোপ্লাস্টিক, যা সাধারণ পলিথিনের তুলনায় বেশি তাপ সহ্য করতে পারে এবং এর গলনাঙ্কও অনেক বেশি।

**** ৯। সাবমেরিন ক্যাবল নামকরণের কারণ কী?** বাকাশিবো- ২০১৬, ১৬'পরি, ১৭

উত্তর ঃ এই ক্যাবল নদী বা সাগরের তলদেশ দিয়ে বিদ্যুৎ সঞ্চালনের জন্য ব্যবহার করা হয় বলে একে সাবমেরিন ক্যাবল বলা হয়।

**** ১০। আন্ডারগ্রাউন্ড ক্যাবলের নিকটবর্তী কমিউনিকেশন সার্কিটে কোনো প্রভাব আসে না কেন?** বাকাশিবো- ২০০৫, ১১, ১২

উত্তর ঃ আন্ডারগ্রাউন্ড ক্যাবল মাটির নিচে থাকে এবং এতে মেটালিক শিথ বা ধাতব আবরণ ব্যবহার করা হয়। এই আবরণ ইলেকট্রো-স্ট্যাটিক এবং ইলেকট্রো-ম্যাগনেটিক শিল্ড হিসেবে কাজ করে, ফলে ক্যাবলের চারপাশের

চৌম্বক ক্ষেত্র বাইরে যেতে পারে না এবং নিকটবর্তী কমিউনিকেশন লাইনে কোনো প্রকার ইন্টারফেয়ারেন্স বা আবেশ তৈরি হয় না।

**** ১১। সাবমেরিন ক্যাবলের সংজ্ঞা লেখ।** বাকাশিবো- ২০২৪

উত্তর ঃ যে বিশেষ ধরনের ইলেকট্রিক্যাল ক্যাবল নদী বা সাগরের তলদেশ দিয়ে এক স্থান থেকে অন্য স্থানে বিদ্যুৎ শক্তি অথবা তথ্য আদান-প্রদানের জন্য ব্যবহার করা হয়, তাকে সাবমেরিন ক্যাবল বলে। এটি সাধারণত অত্যন্ত মজবুত এবং পানি নিরোধক স্তরে গঠিত হয়।

**** ১২। ক্যাবলের ইনসুলেশন হিসেবে বা আন্ডারগ্রাউন্ড ক্যাবলে কী কী ইনসুলেটিং ম্যাটেরিয়াল ব্যবহৃত হয়?** বাকাশিবো- ২০২৪

উত্তর ঃ ক্যাবলের ইনসুলেশন হিসেবে সাধারণত রাবার, ভিআইআর (VIR), ভার্নিশড ক্যামব্রিক, তেলসিক্ত কাগজের ফিতা এবং পিভিসি (PVC) বা পলিভিনাইল ক্লোরাইড ব্যবহৃত হয়।

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

**** ১। সাবমেরিন ক্যাবলের ব্যবহারিক ক্ষেত্রগুলো লেখ।** বাকাশিবো- ২৩

উত্তর ঃ সাবমেরিন ক্যাবলের ব্যবহারিক ক্ষেত্রগুলো হলো-

i) আন্তর্জাতিক ইন্টারনেট সংযোগ প্রদান।

ii) আন্তর্জাতিক ফোন কল ও টেলিযোগাযোগ রক্ষা।

iii) বড় পরিসরে তথ্য আদান-প্রদান।

iv) আন্তর্জাতিক টেলিভিশন চ্যানেল ও মিডিয়া কন্টেন্ট সম্প্রচার।

v) বিভিন্ন সামুদ্রিক গবেষণা প্রকল্প ও বৈজ্ঞানিক তথ্য আদান-প্রদান।

***** ২। আন্ডারগ্রাউন্ড ক্যাবল বিনষ্ট হওয়ার কারণগুলো কী কী?**

বাকাশিবো- ২০১৯, ২৩

উত্তর ঃ আন্ডারগ্রাউন্ড ক্যাবল মূলত নিচের কারণগুলোতে ক্ষতিগ্রস্ত হয়-

i) মাটির নিচে ক্যাবল লেয়িং বা টানার সময় অসাবধানতাবশত ক্যাবলের ওপর অতিরিক্ত চাপ পড়লে।

ii) পরিখা বা ট্রেঞ্চ খনন করার সময় কোদাল বা যন্ত্রপাতির আঘাতে ক্যাবল কেটে গেলে।

iii) ক্যাবল টানার সময় বাক বা বাঁকে ক্যাবল বেশি মোচড় খেলে বা ছিঁড়ে গেলে।

iv) মাটির নিচে রাসায়নিক বিক্রিয়া বা আর্দ্রতার কারণে ক্যাবলের সুরক্ষা স্তর নষ্ট হলে।

v) অতিরিক্ত ভোল্টেজ বা শর্ট সার্কিটের কারণে ক্যাবল পুড়ে গেলে।

vi) ক্যাবলের ওপর ভারী যানবাহন চলাচল করলে বা মাটি দেবে গেলে।

***** ৩। আন্ডারগ্রাউন্ড ক্যাবলের সুবিধাসমূহ কী কী?** বাকাশিবো- ২০২১

উত্তর ঃ আন্ডারগ্রাউন্ড ক্যাবলের সুবিধাগুলো হলো-

i) বিদ্যুৎ ব্যবস্থা অধিক নিরাপদ থাকে।

ii) ঝড়-বৃষ্টি বা বজ্রপাতের মতো প্রাকৃতিক দুর্যোগে ক্যাবল ক্ষতিগ্রস্ত হয় না।

iii) নিয়মিত রক্ষণাবেক্ষণের প্রয়োজন হয় না।

iv) ভোল্টেজ ড্রপ কম হওয়ায় সার্ভিস উন্নত থাকে।

v) ঘনবসতিপূর্ণ এলাকায় দুর্ঘটনার ঝুঁকি থাকে না।

vi) শহরের সৌন্দর্য বজায় থাকে এবং নিরাপত্তার দিক দিয়ে এটি আধুনিক।

***** ৪। আন্ডারগ্রাউন্ড ক্যাবলে ব্যবহৃত ইন্সুলেটিং ম্যাটেরিয়ালের গুণাবলি লেখ।** বাকাশিবো- ২০১৫, ২০

উত্তর ঃ একটি আদর্শ ইন্সুলেটিং ম্যাটেরিয়ালের গুণগুলো হলো-

i) উচ্চ আপেক্ষিক রোধ বা High Resistivity

ii) উচ্চমানের ডাই-ইলেকট্রিক স্ট্রেংথ

iii) নিম্ন তাপীয় প্রসারণ গুণাঙ্ক বা Low thermal co-efficient

iv) তাপমাত্রার পরিবর্তনে গুণাগুণ অপরিবর্তিত থাকা

v) উচ্চমানের টেনসাইল স্ট্রেংথ বা দৃঢ়তা

vi) আর্দ্রতা শোষক।

***** ৫। সাবমেরিন বা আন্ডারগ্রাউন্ড ক্যাবল ডিজাইনের সময় কোন বিষয়গুলো বিবেচনা করা হয়?** বাকাশিবো- ২০০৫, ০৯, ১০, ১৫, ১৬, ১৭, ২০'পরি

উত্তর ঃ ক্যাবল ডিজাইনে নিচের বিষয়গুলো গুরুত্ব পায়-

i) রুটের দৈর্ঘ্য ii) গভীরতা

iii) পানির স্রোত বা মাটির চাপ; iv) সি-বেড বা মাটির প্রকৃতি;

v) রাসায়নিক ও পরিবেশগত প্রভাব vi) তাপমাত্রা

vii) সামুদ্রিক প্রাণী বা বাহ্যিক আঘাত থেকে সুরক্ষা।

**** ৬। একটি আদর্শ ক্যাবলের বিভিন্ন অংশের নাম লেখ।**

বাকাশিবো- ২০০৬, ১০, ১৬'পরি

উত্তর ঃ একটি আদর্শ ক্যাবলের প্রধান অংশগুলো হলো ঃ

i) কন্ডাক্টর বা পরিবাহী ii) কোর ইনসুলেশন

iii) পিভিসি টেপ বা মেটালিক সিথ iv) বেডিং

v) বহিরাবরণ

***** ৭। ভোল্টেজের ওপর ভিত্তি করে আন্ডারগ্রাউন্ড ক্যাবলকে কত ভাগে ভাগ করা যায়?**

বাকাশিবো- ২০০৬, ০৮, ০৯, ১৪, ১৭, ২০, ২০'পরি

উত্তর ঃ ভোল্টেজের ওপর ভিত্তি করে ক্যাবল পাঁচ প্রকার-

i) লো-ভোল্টেজ বা এলটি ক্যাবল (1000 ভোল্ট পর্যন্ত)

ii) হাই-ভোল্টেজ বা এইচটি ক্যাবল (11000 ভোল্ট পর্যন্ত)

iii) সুপার টেনশন বা এসটি ক্যাবল (33000 ভোল্ট পর্যন্ত)

iv) এক্সট্রা হাই-টেনশন বা ইএইচটি ক্যাবল (33–66 কেভি পর্যন্ত)

v) এক্সট্রা সুপার ভোল্টেজ ক্যাবল (132 কেভি বা তার উপরে)।

❖ সমাপ্ত ❖

অধ্যায়-৭ আন্ডারগ্রাউন্ড ক্যাবলের স্থাপন এবং জয়েন্ট

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। ক্যাবল স্থাপনে "গাইড বেল" কেন ব্যবহার করা হয়?**

বাকাশিবো- ২০০৭, ১৮'পরি, ২০

উত্তর ঃ আন্ডারগ্রাউন্ড ডাক্টের মধ্যে ক্যাবল প্রবেশ করানোর সময় ক্যাবলটি যাতে ঘর্ষণ বা অন্য কোনোভাবে আঘাতপ্রাপ্ত হয়ে ক্ষতিগ্রস্ত না হয়, সেজন্য ডাক্টের মুখে গাইড বেল লাগানো হয়।

***** ২। ক্যাবল টার্মিনেশন কেন করা হয়?**

বাকাশিবো- ২০০৫, ১০, ১৪'পরি, ১৬'পরি, ১৭, ১৮, ২৩'পরি, ২৪

উত্তর ঃ ক্যাবলের ভেতর যেন ধুলাবালি, আর্দ্রতা বা পানি প্রবেশ করে ইনসুলেশন নষ্ট করতে না পারে এবং সংযোগস্থল নিরাপদ থাকে, সেজন্য ক্যাবল টার্মিনেশন করা হয়।

*** ৩। ক্যাবল টার্মিনেশন কাকে বলে?** বাকাশিবো- ২০০৬, ০৮, ১১

উত্তর ঃ সিলিং বক্স বা বিশেষ সংযোগ ব্যবস্থার মাধ্যমে আন্ডারগ্রাউন্ড ক্যাবলের প্রান্তিক সংযোগ দেওয়ার পদ্ধতিকেই ক্যাবল টার্মিনেশন বলে।

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

**** ১। ক্যাবল টার্মিনেশনে সংযোগ বক্সের নকশা কোন কোন বিষয়ের ওপর নির্ভর করে?** বাকাশিবো- ২০১৮'পরি, ২০'পরি

উত্তর ঃ ক্যাবল টার্মিনেশনের জন্য সংযোগ বক্স বা জাংশন বক্সের ডিজাইন মূলত ক্যাবলের ধরন ও সাইজ, বক্সটি যেখানে স্থাপন করা হবে সেই স্থানের পরিবেশ এবং ক্যাবল প্রবেশের রাস্তার ওপর নির্ভর করে। এছাড়া এটি যন্ত্রপাতির সাথে কীভাবে সংযুক্ত হবে এবং সংযোগ স্থলের সুরক্ষার বিষয়গুলো বিবেচনা করে নকশা করা হয়। মূলত বক্সের স্থায়িত্ব এবং সহজে সংযোগ দেওয়ার সুবিধার কথা মাথায় রেখেই এই নকশা চূড়ান্ত করা হয়।

***২। সরাসরি কেবল স্থাপন পদ্ধতির অসুবিধা কী কী?** বাকাশিবো- ০৭, ১১

উত্তর ঃ সরাসরি কেবল স্থাপন বা ডাইরেক্ট লেইং পদ্ধতির অসুবিধাগুলো হলো ঃ

i) ভবিষ্যতে লোড বাড়লে নতুন কেবল বসাতে আগের মতোই খনন কাজ ও বাড়তি খরচ হয়।

ii) কেবল নেটওয়ার্কের কোনো পরিবর্তন বা পরিবর্ধন সহজে করা যায় না।

iii) এই পদ্ধতিতে কেবলের রক্ষণাবেক্ষণ খরচ তুলনামূলক অনেক বেশি।

iv) জনবহুল বা ঘনবসতিপূর্ণ এলাকায় রাস্তা খুঁড়ে এই পদ্ধতিতে কেবল স্থাপন করা প্রায় অসম্ভব।

**** ৩। কেবল টার্মিনেশন পদ্ধতিগুলোর নাম লেখ।** বাকাশিবো- ২০১৪

উত্তর ঃ কেবলের ধরন ও ব্যবহারের ওপর ভিত্তি করে বিভিন্ন উপায়ে টার্মিনেশন করা হয়। প্রধান কয়েকটি পদ্ধতি নিচে দেওয়া হলো ঃ

i) এলটি ইনডোর টার্মিনেশন

ii) এলটি আউটডোর টার্মিনেশন

iii) এইচটি ইনডোর টার্মিনেশন

iv) এইচটি আউটডোর টার্মিনেশন

v) স্ক্রিনড কেবল টার্মিনেশন

vi) মোল্ডেড ইপোক্সাইড রেজিন টার্মিনেশন

vii) টেপ জড়ানো টার্মিনেশন ইত্যাদি।

❖ সমাপ্ত ❖

অধ্যায়-৮ ক্যাবলের ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স এবং ডাই-ইলেকট্রিক স্ট্রেস

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। ডাই-ইলেকট্রিক স্ট্রেস কাকে বলে?** বাকাশিবো- ২০০৬, ০৭, ০৯, ১০, ১২, ১৩, ১৪, ১৪'পরি, ১৬, ১৬'পরি, ১৮, ১৮'পরি, ২০'পরি, ২১, ২৩'পরি

উত্তর ঃ ক্যাবলের ভেতরে ভোল্টেজ প্রয়োগ করলে এর ইনসুলেশনের ওপর যে বৈদ্যুতিক চাপ বা বল সৃষ্টি হয়, তাকেই ডাই-ইলেকট্রিক স্ট্রেস বলে। সহজ কথায়, ব্রেক ডাউন হওয়ার ঠিক আগ মুহূর্তে ক্যাবলের ইনসুলেশন যতটুকু বৈদ্যুতিক পীড়ন সহ্য করতে পারে, তাকে ডাই-ইলেকট্রিক স্ট্রেস বলে।

**** ২। এক কোর ক্যাবলে কী কী অংশ থাকে?** বাকাশিবো- ২০১৭, ২০'পরি

উত্তর ঃ একটি এক কোর ক্যাবলের প্রধান অংশগুলো হলো ঃ

i) কন্ডাকট্যান্স

ii) ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স

iii) ডাই ইলেকট্রিক স্ট্রেস।

**** ৩। ক্যাবলে তাপ উৎপন্ন হওয়ার কারণগুলো লেখ।** বাকাশিবো- ২০১৪'পরি, ২৪

উত্তর ঃ ক্যাবলে মূলত তিনটি কারণে তাপ উৎপন্ন হয়, সেগুলো হলো কপার লস বা পরিবাহীর জনিত ক্ষয়, শিথ লস বা ধাতব আবরণের ক্ষয় এবং ডাই-ইলেকট্রিক লস বা ইনসুলেশন জনিত ক্ষয়।

***** ৪। ব্রেক ডাউন ভোল্টেজ কাকে বলে?**

বাকাশিবো- ২০০৪, ০৬, ০৮, ০৯, ১৩, ১৬

উত্তর ঃ ক্যাবলের ইনসুলেশনে ভোল্টেজ প্রয়োগ করার পর ভোল্টেজের মান ধীরে ধীরে বাড়াতে থাকলে যে নির্দিষ্ট ভোল্টেজে পৌঁছালে ইনসুলেশনটি ফেটে বা নষ্ট হয়ে যায় এবং বিদ্যুৎ পরিবাহী হয়ে পড়ে, সেই ভোল্টেজকে ব্রেক ডাউন ভোল্টেজ বলে।

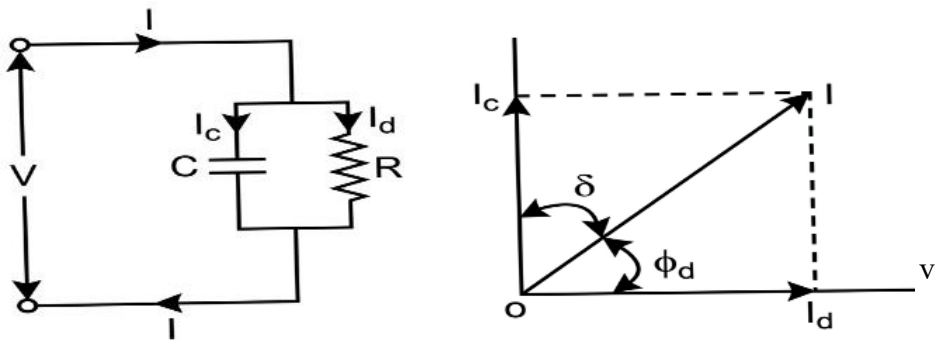
SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। ব্রেক ডাউন ভোল্টেজ কাকে বলে?** বাকাশিবো- ২০০৫, ১৬, ২২

উত্তর ঃ ইনসুলেটিং ম্যাটেরিয়াল বা অপরিবাহী পদার্থের দুই প্রান্তে ভোল্টেজ যখন ধীরে ধীরে বাড়ানো হয়, তখন একটি নির্দিষ্ট ভোল্টেজে পৌঁছালে ওই পদার্থের ইনসুলেশন ক্ষমতা নষ্ট হয়ে যায় এবং এর মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হতে শুরু করে। যে নির্দিষ্ট ভোল্টেজে ইনসুলেশন ভেঙে গিয়ে পরিবাহীতে পরিণত হয়, তাকেই ব্রেক ডাউন ভোল্টেজ বলা হয়।

***** ২। তিন-কোর ক্যাবলের ডাই-ইলেকট্রিক স্ট্রেস নির্ণয়ের সমীকরণটি প্রতিপাদন কর।** বাকাশিবো- ২০২৩, ২৪

উত্তর ঃ



(a) equivalent circuit (b) Phasor diagram

উপরের চিত্র হতে পাই,

যদি, C = capacitance in F

V = Supply voltage in volt

R = Leakage resistance in ohm

I_c = Leading capacitive current in amp

I_d = Resistive current in amp

I = Current in amp

δ = Dielectric loss angle in radians হয়, তাহলে Dielectric loss-কে প্রকাশ করা যায়,

$$tan\delta = \frac{I_d}{I_c} = \frac{\frac{V}{R}}{\frac{V}{X_c}} = \frac{X_c}{R} = \frac{1}{\omega\, CR}$$

$$\frac{1}{R} = \omega\, C\, tan\delta$$

Therefore, Dielectric loss, $W = \frac{V^2}{R}$

$$= V^2 \omega C tan\delta$$

SOS গাণিতিক সমস্যাবলি ঃ

***** ১। একটি সিঙ্গেল কোর ক্যাবলের সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন ডাই-ইলেকট্রিক যথাক্রমে 60 kV/cm (rms) এবং 15 kV/cm(rms) ।যদি কন্ডাক্টরের ব্যাস 4 cm হয় তাহলে নির্ণয় কর- ক) ইন্সুলেশন পুরুত্ব খ) অপারেটিং ভোল্টেজ** বাকাশিবো- ২০০৯, ১৪

সমাধান ঃ আমরা জানি,

Given data,
$g_{max} = 60\ kV/cm$
$g_{min} = 15\ kV/cm$
$d = 4\ cm$
$V = ?$

$$\frac{g_{max}}{g_{min}} = \frac{D}{d}$$

বা, $\frac{60}{15} = \frac{D}{4}$

বা, $D = \frac{60\times4}{15} = 16\ cm$

∴ এখন, i) $D = d + 2t$

বা, $t = \frac{D-d}{2} = \frac{16-4}{2} = 6\ cm$ (Ans.)

ii) $g_{max} = \frac{2V}{d\ ln\ (\frac{D}{d})}$

বা, $V = \frac{g_{max}\cdot d\ ln\left(\frac{D}{d}\right)}{2} = \frac{60\times 4\ ln\left(\frac{16}{4}\right)}{2} = 166.33$ kV (Ans.)

***** ২। একটি এক কোর ক্যাবল এর ব্যাসার্ধ 1 cm এবং ইনসুলেশন সহ ক্যাবলের ব্যাসার্ধ 2.25 cm এবং আপেক্ষিক রোধ $5 \times 10^{12}\Omega - m$ হলে 5 km ক্যাবলের ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স বের কর।** বাকাশিবো- ২০১৯

সমাধান ঃ

আমরা জানি,

$$R = \frac{\rho}{2\pi l} \ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)$$

$$= \frac{5\times 10^{12}}{2\pi\times 5000} \ln\left(\frac{2.25}{1}\right)$$

$$= 129.06\ M\Omega$$ **(Ans.**

Given data,

$r_1 = 1\ cm$

$r_2 = 2.25\ cm$

$\rho = 5 \times 10^{12}\Omega - cm$

$l = 5\ km$

$= 5000\ m$

$R = ?$

❖ সমাপ্ত ❖

অধ্যায়-৯ আন্ডারগ্রাউন্ড ক্যাবলের ক্যাপাসিট্যান্স

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। ক্যাবল গ্রেডিং করার কারণ কী?**

বাকাশিবো- ২০০৬, ০৭, ১১, ১৬, ১৬'পরি, ১৮, ২৩, ২৩'পরি

উত্তর ঃ ক্যাবলের সামগ্রিক ব্যাস কমিয়ে এর নির্মাণ খরচ কমানোর জন্য মূলত ক্যাবল গ্রেডিং করা হয়।

***** ২। ক্যাবল গ্রেডিং কাকে বলে?** বাকাশিবো- ২০০৪, ০৬, ০৮, ০৯, ১০, ১২, ১৩, ১৪, ১৫'পরি, ১৬, ১৭, ১৮, ২০'পরি, ২১, ২২, ২৪

উত্তর ঃ যে বিশেষ প্রক্রিয়ায় ক্যাবলের ডাই-ইলেকট্রিক ইনসুলেশনে ইলেকট্রোস্ট্যাটিক স্ট্রেস বা চাপকে সুষমভাবে বণ্টন করা হয়, তাকে ক্যাবল গ্রেডিং বলে।

**** ৩। সিঙ্গেল কোর ক্যাবলের ক্যাপাসিট্যান্স নির্ণয়ের সমীকরণটি লেখ।**

বাকাশিবো- ২০০৯, ২০

উত্তর ঃ সিঙ্গেল কোর ক্যাবলের ক্যাপাসিট্যান্স নির্ণয়ের সমীকরণটি হলো ঃ

$$C = \frac{2\pi\epsilon_o\,\epsilon_r}{log_e\,\frac{D}{d}}\ F/m$$

*** ৪। এক কোর ক্যাবলের ক্যাপাসিট্যান্স কী কী বিষয়ের ওপর নির্ভরশীল?**

বাকাশিবো- ২০১৫'পরি

উত্তর ঃ এক কোর ক্যাবলের ক্যাপাসিট্যান্স মূলত ব্যবহৃত ডাই-ইলেকট্রিক পদার্থের ধ্রুবক, কোরের ব্যাস এবং ইনসুলেশনের বাইরের ব্যাসের ওপর নির্ভর করে।

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। ইন্টারশিথ গ্রেডিং কেন কম ব্যবহৃত হয়, কারণ কী?**

বাকাশিবো- ২০১০, ১২'পরি, ১৪, ১৯, ২০, ২৩'পরি

উত্তর ঃ ক্যাবলে ইন্টারশিথ গ্রেডিং পদ্ধতি খুব একটা জনপ্রিয় না হওয়ার প্রধান কারণগুলো নিচে দেওয়া হলো ঃ

i) ইন্টারশিথের পটেনশিয়াল বা বিভব সঠিকভাবে নির্ধারণ করা অনেক জটিল।

ii) ক্যাবল স্থাপন বা পরিবহনের সময় ইন্টারশিথগুলো ক্ষতিগ্রস্ত হওয়ার যথেষ্ট ঝুঁকি থাকে।

iii) ইন্টারশিথে উল্লেখযোগ্য পরিমাণ পাওয়ার লস বা শক্তির অপচয় ঘটে যা সিস্টেমের দক্ষতা কমিয়ে দেয়।

২। শিথ লস (Sheath loss) কী? ব্যাখ্যা দাও। বাকাশিবো- ২০১৯

উত্তর ঃ যখন ভূ-গর্ভস্থ ক্যাবলের মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়, তখন সেই বিদ্যুৎবাহী কোরের চারদিকে একটি তড়িৎচুম্বকীয় ক্ষেত্র তৈরি হয়। এই চৌম্বক ক্ষেত্রের কারণে ক্যাবলের বাইরের ধাতব শিথ (Lead Sheath)-এ একটি ভোল্টেজ বা এডি কারেন্ট আবিষ্ট হয়। এই আবিষ্ট এডি কারেন্টের

প্রভাবে ক্যাবলে যে নির্দিষ্ট পরিমাণ বৈদ্যুতিক শক্তির অপচয় ঘটে, তাকেই সহজ কথায় শিথ লস বলা হয়।

SOS গাণিতিক সমস্যাবলি ঃ

***** ১। একটি 3 ফেজ 66 কেভি, 10 কিমি লম্বা লাইনের ক্যাবলের কোরের ব্যাস 10 cm এবং ইনসুলেশনের পুরুত্ব 8 cm। ক্যাবলের পদার্থের পারমিটিভিটি 4 হলে চার্জিং কারেন্ট নির্ণয় কর।**

সমাধান ঃ

Given data,

$3 - \phi$

$V_L = 66\ kV$

$l = 10\ km$

$d = 10\ cm$

$t = 8\ cm$

$\varepsilon_r = 4$

$I_c = ?$

$\varepsilon_0 = 8.854 \times 10^{12}$

We know,

$D = d + 2t$

$= 10 + 2 \times 8 = 26\ cm$

মোট ক্যাপাসিট্যান্স,

$C = \left(\frac{2\pi\ \varepsilon_0\ \varepsilon_r}{ln\left(\frac{D}{d}\right)}\right) \times l$

$= \left(\frac{2 \times \pi \times 8.854 \times 10^{-12} \times 4}{ln\left(\frac{26}{10}\right)}\right) \times 10 \times 10^3$

$= 2.33 \times 10^{-6}\ F$

$I_c = V_p\ 2\pi\ f\ C = \frac{66 \times 10^3}{\sqrt{3}} \times 2\pi \times 50 \times 2.33 \times 10^{-6}$

$= 27.89\ (Amp)$ **(Ans.)**

***** ২। একটি 3 ফেজ 33 কেভি 50 হার্জ, 200 কিলোমিটার লাইনের প্রতি কিলোমিটারের একটি কোর ও শিথের মাঝে 30 μF এবং দুটি কোরের মাঝে 20 μF ক্যাপাসিট্যান্স পাওয়া গেল। চার্জিং কারেন্ট নির্ণয় কর।**

বাকাশিবো- ২০১৫'পরি, ২৩'পরি

সমাধান ঃ

একটি কোর ও সিথের মাঝে ক্যাপাসিট্যান্স, $C_2 = 30\ \mu F$

দুটি কোরের মাঝে ক্যাপাসিট্যান্স, $C_1 = 20\ \mu F$

মোট চার্জিং ক্যাপাসিট্যান্স,

$$C_N = (3C_1 + C_2) \times l$$

$$= (3 \times 20 + 30) \times 200 = 18000\ \mu F$$

চার্জিং কারেন্ট, $I_c = V_p\ 2\pi\ f\ C$

$$= \frac{33 \times 10^3}{\sqrt{3}} \times 2\pi \times 50 \times 18000 \times 10^{-6}$$

$$= 107739.68\ (Amp) Ans.$$

***** ৩। একটি 3 ফেজ 33 কেভি 50 হার্জ সরবরাহের সাথে যুক্ত 20 কিলোমিটার লম্বা একটি ক্যাবলের প্রতি কিলোমিটার তিনটি কোর ও শিথের মাঝে ক্যাপাসিট্যান্স 0.60 μF এবং একটি কোর ও অপর দুটি কোরকে শিথের সাথে যুক্ত করে 0.4 μF ক্যাপাসিট্যান্স পাওয়া গেল । ক্যাবলের চার্জিং কারেন্ট নির্ণয় কর।**

বাকাশিবো- ২০২৪

সমাধান ঃ

তিনটি কোর ও শিথের মাঝে ক্যাপাসিট্যান্স,

$$C_0 = 3C_2$$

$$C_2 = \frac{0.6}{3} = 0.2\ \mu F$$

একটি কোর ও অপর দুটি কোরের মাঝে ক্যাপাসিট্যান্স, $C_b = 2C_1 + C_2$

$$C_1 = \frac{0.4 - 0.2}{2} = 0.1\ \mu F$$

$Given\ data,$
$3 - \phi$
$V_L = 33\ kV$
$f = 50\ Hz$
$l = 20\ km$

মোট চার্জিং ক্যাপাসিট্যান্স, $C_N = (3C_1 + C_2) \times l$

$$= (3 \times 0.1 + 0.2) \times 20$$

$$= 10\ \mu F$$

চার্জিং কারেন্ট, $I_c = V_p\ 2\pi\ f\ C$

$$= \frac{33 \times 10^3}{\sqrt{3}} \times 2\pi \times 50 \times 10 \times 10^{-6}$$

$$= 59.85\ (Amp)\ (Ans.)$$

***** ৪। একটি তিন ফেজ বেল্টেড ক্যাবল কে সিঙ্গেল ফেজ সিঙ্গেল কোরের মাঝে ক্যাপাসিট্যান্স বের করার জন্য পরীক্ষা করা হলো। তৃতীয় কোরটি আর্থ করা অবস্থায় আছে। এতে প্রতি কিলোমিটারের ক্যাপাসিট্যান্স 55 মাইক্রোফ্যারাড পাওয়া গেল। 50 কিলোমিটার দৈর্ঘ্যের ক্যাবল দিয়ে 66 কেভি তিন ফেজ 50 হার্জ সরবরাহ দিলে লাইনের চার্জিং কারেন্ট কত হবে ?**

বাকাশিবো- ২০১৭, ১৮

সমাধান ঃ

তৃতীয় কোর আর্থ অবস্থায়, ক্যাপাসিট্যান্স, $C_a = \frac{C_N}{2}$

$\therefore\ C_N = 55 \times 2 = 110\ \mu F$

$\therefore\ 50\ km$ এর জন্য মোট চার্জিং ক্যাপাসিট্যান্স,

$C_N = 110 \times 50 = 5500\ \mu F$

চার্জিং কারেন্ট, $I_c = V_p\ 2\pi\ f\ C$

$$= \frac{66 \times 10^3}{\sqrt{3}} \times 2\pi \times 50 \times 5500 \times 10^{-6}$$

$$= 65840.917\ Amp \quad (Ans.)$$

$Given\ data,$
$V_L = 66\ kV$
$f = 50\ Hz$
$I_c = ?$

❖ সমাপ্ত ❖

অধ্যায়-১০ ক্যাবলের ত্রুটি

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। ক্যাবল ফল্ট নির্ণয়ের পদ্ধতিগুলোর নাম লেখ।**

বাকাশিবো- ২০০৪, ০৬, ০৯, ১৮, ২৩'পরি, ২৪

উত্তর ঃ ক্যাবল ফল্ট নির্ণয়ের পদ্ধতিগুলো হলো ঃ

i) ব্লাভিয়ার টেস্ট।

ii) লুপ টেস্ট।

iii) ইন্ডাকশন টেস্ট।

iv) ভোল্টেজ ড্রপ টেস্ট।

v) ক্যাপাসিট্যান্স টেস্ট।

***** ২। লুপ টেস্ট কেন বা কোন ক্ষেত্রে করা হয়?**

বাকাশিবো- ২০০৭, ১৬, ১৭, ২২

উত্তর ঃ আন্ডারগ্রাউন্ড ক্যাবলের গ্রাউন্ড ফল্ট বা শর্ট সার্কিট ফল্টের অবস্থান নির্ণয়ের জন্য লুপ টেস্ট করা হয়। এই টেস্ট করার সময় ফল্টি ক্যাবলের সাথে একটি ভালো ক্যাবল সংযুক্ত থাকতে হয়।

***** ৩। হুইটস্টোন ব্রিজের নীতির ওপর ভিত্তি করে কী কী টেস্ট হতে পারে?** বাকাশিবো- ২০১০, ১২, ১৫, ১৭, ১৯

উত্তর ঃ হুইটস্টোন ব্রিজের নীতির ওপর ভিত্তি করে তিনটি প্রধান টেস্ট করা হয় ঃ

i) মারি লুপ টেস্ট
ii) ভারলি লুপ টেস্ট
iii) ফিশার লুপ টেস্ট।

**** ৪। ক্যাপাসিট্যান্স টেস্টে কী কী যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা হয়?**

বাকাশিবো- ২০১৮, ১৮'পরি

উত্তর ঃ ক্যাপাসিট্যান্স টেস্টে সাধারণত ঃ

i) ব্যালাস্টিক গ্যালভানোমিটার।
ii) এসি ব্রিজ।
iii) হাই-ফ্রিকুয়েন্সি জেনারেটর।
iv) টেলিফোন ডিটেক্টর ব্যবহার করা হয়।

**** ৫। কোন ধরনের লাইনের জন্য ভারলি লুপ টেস্ট উপযোগী?**

বাকাশিবো- ২০০৭, ১১, ১৮

উত্তর ঃ দীর্ঘ যোগাযোগ বা টেলিকমিউনিকেশন লাইনের ফল্ট নির্ণয়ের জন্য ভারলি লুপ টেস্ট সবচেয়ে বেশি উপযোগী।

**** ৬। কোন ধরনের লাইনের জন্য মারি লুপ টেস্ট উপযোগী?**

বাকাশিবো- ২০১২, ১৬

উত্তর ঃ মারি লুপ টেস্ট সাধারণত স্বল্প দূরত্বের বা ছোট দৈর্ঘ্যের লাইনের ফল্ট নির্ণয়ের জন্য ব্যবহার করা হয়।

**** ৭। আন্ডারগ্রাউন্ড ক্যাবলে কী কী ধরনের ত্রুটি বা ফল্ট সংঘটিত হয়?**

বাকাশিবো- ২০০৬, ১০, ১২

উত্তর ঃ আন্ডারগ্রাউন্ড ক্যাবলে সাধারণত চার ধরনের ত্রুটি দেখা যায়, যথা ঃ

i) গ্রাউন্ড ফল্ট।
ii) শর্ট সার্কিট ফল্ট।
iii) ওপেন সার্কিট ফল্ট।
iv) ক্যাবল টার্মিনাল বক্সের ত্রুটি।

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। ক্যাবল ফল্ট বা আন্ডারগ্রাউন্ড ক্যাবল ফল্টের কারণসমূহ কী কী?**

বাকাশিবো- ২০০৪, ০৯, ১২, ১৬'পরি, ১৭, ২০, ২৩, ২৪

উত্তর ঃ আন্ডারগ্রাউন্ড ক্যাবল সাধারণত মাটি স্যাঁতসেঁতে বা আর্দ্র থাকলে নষ্ট হয়ে যেতে পারে। এছাড়া যান্ত্রিক আঘাতের ফলে ক্যাবলের লিড শিথ ক্ষতিগ্রস্ত হলে, ইনসুলেশন নষ্ট হয়ে গেলে কিংবা ক্যাবলের জয়েন্টগুলো আলগা হয়ে গেলে ফল্ট সংঘটিত হয়।

***** ২। মারি লুপ টেস্ট ও ভারলি লুপ টেস্টের মধ্যে প্রধান পার্থক্য কী?**

বাকাশিবো- ২০১১, ১৫, ১৮, ১৮'পরি, ২০'পরি

উত্তর ঃ মারি লুপ টেস্ট সাধারণত স্বল্প দূরত্বের ক্যাবল ফল্ট নির্ণয়ে ব্যবহৃত হয়, অন্যদিকে ভারলি লুপ টেস্ট দীর্ঘ যোগাযোগ লাইনের (Communication Line) ফল্ট নির্ণয়ে ব্যবহৃত হয়। মারে লুপ টেস্টে কোনো টু-ওয়ে সুইচ লাগে না এবং ক্যাবলের রোধ জানার প্রয়োজন হয় না, কিন্তু ভারলি লুপ টেস্টে টু-ওয়ে সুইচ লাগে এবং ক্যাবলের রোধ জানা আবশ্যক।

**** ৩। ক্যাবলের ওপেন সার্কিট ফল্ট কীভাবে নির্ণয় করা যায়?**

বাকাশিবো- ২০২১

উত্তর ঃ ফল্ট নির্ণয়ের জন্য একটি ক্যাবলকে আর্থ করে অথবা দুটি ক্যাবলের প্রান্তদ্বয়কে সংযোগ করে একটি অ্যামিটারের সিরিজে সংযোগ দেওয়া হয়। এরপর নিম্নমানের ভোল্টেজ প্রয়োগ করলে যদি অ্যামিটারে কোনো পাঠ বা বিক্ষেপ না দেখায় (শূন্য বিক্ষেপ), তবে বুঝতে হবে ক্যাবলে ওপেন সার্কিট ফল্ট হয়েছে।

**** ৪। লুপ টেস্ট কত প্রকার ও কী কী এবং এটি কোন নীতিতে কাজ করে?**

বাকাশিবো- ২০১৫, ১৭

উত্তর ঃ লুপ টেস্ট সাধারণত তিন প্রকার। যথা ঃ

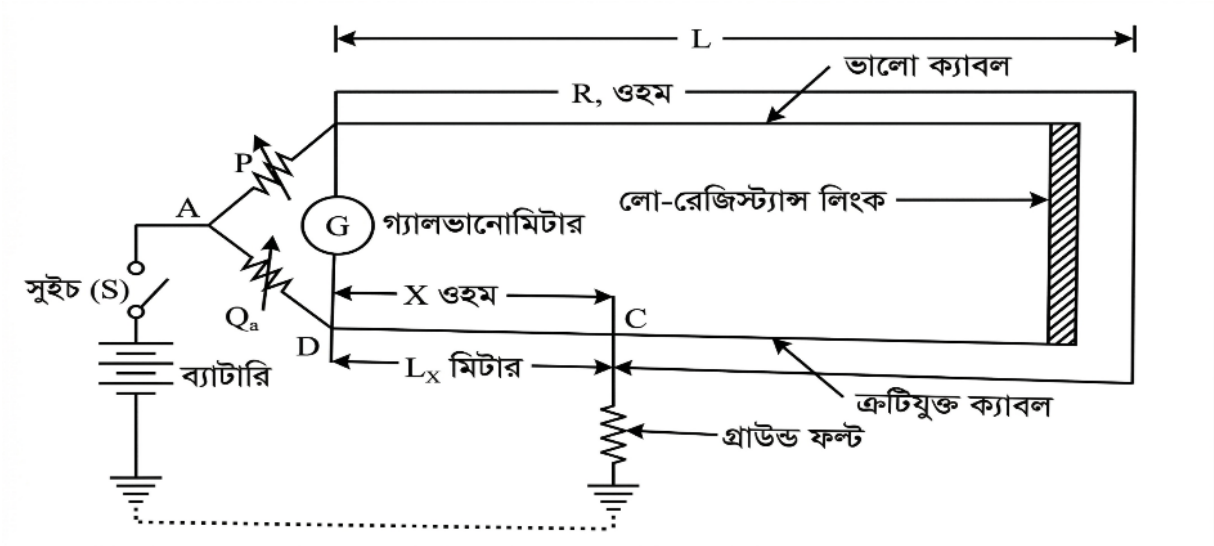
i) মারি লুপ টেস্ট।
ii) ভারলি লুপ টেস্ট।
iii) ফিশার লুপ টেস্ট।

এই টেস্টগুলো মূলত হুইটস্টোন ব্রিজের নীতির ওপর ভিত্তি করে কাজ করে।

**** ৫। গ্রাউন্ড ফল্ট নির্ণয়ের মারি লুপ টেস্ট সচিত্র অঙ্কন কর।**

বাকাশিবো- ২০১৪'পরি

উত্তর ঃ নিচে মারি লুপ টেস্টের চিত্র অঙ্কন করা হলো ঃ



❖ সমাপ্ত ❖

অধ্যায়-১১ ডিস্ট্রিবিউশন লাইনের অপারেশন

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। লোড-শেডিং বলতে কী বোঝায়?**

বাকাশিবো- ২০০৭, ১৪'পরি, ১৭, ২০'পরি, ২৩'পরি

উত্তর ঃ যখন কোনো সাব-স্টেশনের চাহিদার তুলনায় বিদ্যুৎ সরবরাহ কম থাকে, তখন ভারসাম্য বজায় রাখার জন্য নির্দিষ্ট কিছু এলাকা সাময়িকভাবে বিদ্যুৎ বিচ্ছিন্ন রাখাকেই লোড-শেডিং বলে।

**** ২। বাংলাদেশে লোড-ডিসপ্যাচ সেন্টারটি কোথায় অবস্থিত?**

বাকাশিবো- ২০১৬'পরি, ২০

উত্তর ঃ বাংলাদেশের জাতীয় লোড-ডিসপ্যাচ সেন্টারটি ঢাকার আফতাবনগর পাওয়ার স্টেশনে অবস্থিত।

**** ৩। 33kV লাইন থেকে কনজ্যুমার পর্যন্ত কী কী লস হয়?**

বাকাশিবো- ২০১৮'পরি

উত্তর ঃ

i) লাইন লস।
ii) ট্রান্সফর্মার লস।
iii) ক্যাবল জয়েন্টিং লস।
iv) মিটার অ্যাকুরেসি লস।

***** ৪। পোল মাউন্টেড ডিস্ট্রিবিউশন ট্রান্সফর্মার এর কাজ কী?**

বাকাশিবো- ২০২৪

উত্তর ঃ এই ট্রান্সফর্মার 11 কেভি লাইন থেকে ভোল্টেজ নিয়ে গ্রাহক পর্যায়ে ব্যবহারের জন্য 0.4 কেভি বা 230 ভোল্ট বিদ্যুৎ উৎপাদন করে সরবরাহ করে।

***** ৫। বৈদ্যুতিক সিস্টেমে সাবস্টেশন বলতে কী বুঝায়?**

বাকাশিবো- ২০২৪

উত্তর ঃ সাবস্টেশন হলো বৈদ্যুতিক পাওয়ার সিস্টেমের এমন একটি গুরুত্বপূর্ণ অংশ যা বিদ্যুৎ উৎপাদন কেন্দ্র এবং গ্রাহকের মাঝে সংযোগ রক্ষা করে। এর মূল কাজ হলো ট্রান্সমিশন ও ডিস্ট্রিবিউশন লাইনের ভোল্টেজ প্রয়োজন অনুযায়ী বাড়ানো (Step-up) বা কমানো (Step-down) এবং বিদ্যুতের সরবরাহ নিয়ন্ত্রণ ও রক্ষণাবেক্ষণ করা।

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। লোড ডিসপ্যাচ সেন্টারের কাজ বা কার্যক্রমগুলো কী কী?**

বাকাশিবো- ২০০২, ০৪, ০৮, ০৯, ১০, ১৭, ১৮'পরি, ২০'পরি, ২৩

উত্তর ঃ লোড ডিসপ্যাচ সেন্টারের প্রধান কাজ হলো গুরুত্বপূর্ণ গ্রাহকদের বিদ্যুৎ সরবরাহ নিশ্চিত করা এবং যেখানে বিদ্যুৎ বিল আদায়ের হার বেশি সেখানে অগ্রাধিকার ভিত্তিতে বিদ্যুৎ দেওয়া। এছাড়া এটি রপ্তানিযোগ্য শিল্পকারখানায় সার্বক্ষণিক বিদ্যুৎ সরবরাহের চেষ্টা করে এবং অবৈধ বিদ্যুৎ সংযোগ বিচ্ছিন্ন করার প্রয়োজনীয় ব্যবস্থা গ্রহণ করে।

***** ২। সাবস্টেশনের প্যানেল বোর্ডে কী কী যন্ত্রপাতি থাকে?**

বাকাশিবো- ২০০৪, ১৪, ১৯, ২২, ২৩'পরি

উত্তর ঃ সাবস্টেশনের প্যানেল বোর্ডে ব্যবহৃত যন্ত্রপাতির নাম নিম্নরূপ ঃ

i) অ্যামিটার
xi) সুইচগিয়ার
ii) ভোল্টমিটার
xii) লাইট বাতি
iii) ওয়াটমিটার
xiii) X-former
iv) এনার্জি মিটার
xiv) HT ক্যাবল
v) পাওয়ার ফ্যাক্টর মিটার
xv) ক্যাপাসিটর ব্যাংক।
vi) CT
vii) PT
viii) ফ্রিকুয়েন্সি মিটার
ix) রিলে
x) CB

***** ৩। লোড-ডিসপ্যাচ সেন্টারকে নার্ভ সেন্টার (Nerve center) বলা হয় কেন?**

বাকাশিবো- ২০০২, ০৯, ২২

উত্তর ঃ লোড-ডিসপ্যাচ সেন্টারকে নার্ভ সেন্টার বলা হয় কারণ এটি পুরো পাওয়ার সিস্টেমের কার্যক্রম পর্যবেক্ষণ ও নিয়ন্ত্রণ করে। এটি বিদ্যুতের

চাহিদার সাথে উৎপাদনের সঠিক সমন্বয় ঘটায় এবং সিস্টেমের প্রতিটি প্যারামিটার মনিটর করার মাধ্যমে পুরো ব্যবস্থাকে সচল রাখে

***** ৪। লোড-ডিসপ্যাচ বা LDC বলতে কী বুঝায়?**

বাকাশিবো- ২০০২, ০৪, ০৫, ০৭, ১১, ১৩, ১৫'পরি, ১৭, ১৮

উত্তর ঃ লোড-ডিসপ্যাচ হলো এমন একটি নিয়ন্ত্রণ প্রক্রিয়া যার মাধ্যমে পাওয়ার সিস্টেমের মোট লোডকে বিভিন্ন উৎপাদন কেন্দ্রের মধ্যে সুপরিকল্পিতভাবে বণ্টন করে দেওয়া হয়। এর মূল উদ্দেশ্য হলো অত্যন্ত সাশ্রয়ী এবং দক্ষভাবে বিদ্যুৎ উৎপাদন ও সরবরাহ নিশ্চিত করা।

❖ সমাপ্ত ❖

অধ্যায়-১২ ডিস্ট্রিবিউশন লাইনের রক্ষণাবেক্ষণ

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

**** ১। ভাইব্রেশন ড্যাম্পারের কাজ কী?**

বাকাশিবো- ২০০৭, ১৪'পরি, ১৬, ১৯, ২০'পরি

উত্তর ঃ সঞ্চালন লাইনের তারের কম্পন রোধ করাই ভাইব্রেশন ড্যাম্পারের মূল কাজ।

*** ২। লাইনের টহল (Patrolling) দল কার কার সমন্বয়ে গঠিত হয়?**

বাকাশিবো- ২০০৪, ০৭

উত্তর ঃ সাধারণত কয়েকজন লাইন টহলদার বা ইনস্পেকশন ক্রু, একজন সুপারভাইজার এবং একজন ইঞ্জিনিয়ারের সমন্বয়ে এই দল গঠিত হয়।

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। ভাইব্রেশন ড্যাম্পার কোথায় ও কী জন্য ব্যবহৃত হয়?**

বাকাশিবো- ২০০৮, ১৩, ২১, ২৩

উত্তর ঃ ভাইব্রেশন ড্যাম্পার সাধারণত উচ্চ ভোল্টেজ ট্রান্সমিশন লাইনে এবং টেলিকমিউনিকেশন লাইনে ব্যবহার করা হয়। এটি মূলত বাতাসের কারণে তারের যে কম্পন সৃষ্টি হয় তা রোধ করতে, লাইনের স্থায়িত্ব বাড়াতে এবং সিগন্যালের গুণগত মান বজায় রাখতে ব্যবহৃত হয়।

***** ২। রুটিন ইনস্পেকশন বলতে কী বোঝায়?**

বাকাশিবো- ২০০৬, ০৯, ১৪'পরি, ১৯, ২৩, ২৪

উত্তর ঃ রুটিন ইনস্পেকশন হলো একটি নির্দিষ্ট সময় অন্তর নিয়মিত কাজের তালিকা বা শিডিউল অনুযায়ী বিদ্যুৎ লাইনের বিভিন্ন যন্ত্রপাতি পরীক্ষা করা। এর মাধ্যমে ডিস্ট্রিবিউশন লাইনের বৈদ্যুতিক সরঞ্জাম, ইনসুলেটর এবং প্রটেক্টিভ ডিভাইসের কার্যকারিতা, কোনো ত্রুটি বা ক্ষয় আছে কি না তা যাচাই করে নথিবদ্ধ করা হয়।

***** ৩। রুটিন ইনস্পেকশন কেন করা হয়?**

বাকাশিবো- ২০০৫, ০৭, ২২, ২৩'পরি

উত্তর ঃ বিদ্যুৎ লাইনকে দীর্ঘ সময় ধরে সচল ও সকর্মক্ষম রাখতে এবং হঠাৎ বড় ধরনের দুর্ঘটনা এড়াতে রুটিন ইনস্পেকশন করা হয়। নিয়মিত পর্যবেক্ষণের ফলে লাইনের ছোটখাটো ত্রুটি দ্রুত ধরা পড়ে এবং সঠিক রক্ষণাবেক্ষণ নিশ্চিত করা সম্ভব হয়।

**** ৪। লাইন পরিদর্শনকালে টহলদার ব্যক্তিরা বিশেষ কী কী বিষয় লক্ষ্য করেন?**

বাকাশিবো- ২০০৭, ১১, ১৩, ১৯

উত্তর ঃ লাইন পরিদর্শনের সময় টহলদার দল প্রধানত পোলের অবস্থা, তারের অবস্থা, ইনসুলেটরের অবস্থা, আর্থিং ব্যবস্থা এবং অন্যান্য আনুষঙ্গিক সরঞ্জামের কোনো ত্রুটি বা পথে কোনো বাধা আছে কি না তা গভীরভাবে লক্ষ্য করেন।

**** ৫। ওভারহেড লাইন নষ্ট হওয়ার কারণগুলো লেখ।** বাকাশিবো- ২০১৯

উত্তর ঃ ওভারহেড লাইন মূলত কাঠের পোল পচে গেলে কিংবা লোহার পোল মরিচা ধরে ভেঙে গেলে নষ্ট হতে পারে। এছাড়া ইনসুলেটরে ফাটল দেখা দিলে লিকেজ কারেন্ট প্রবাহিত হয়ে লাইন ক্ষতিগ্রস্ত হয় এবং লাইনের ফিটিংস যেমন নাট-বোল্ট বা ক্ল্যাম্প মরিচা ধরে ক্ষয়ে গেলেও লাইন ছিঁড়ে পড়ে নষ্ট হয়ে যায়।

***** ৬। ডিস্ট্রিবিউশন লাইনে রুটিন ইনস্পেকশন করার উদ্দেশ্য কী?**

বাকাশিবো- ২০১২'পরি, ১৪, ১৬, ১৭, ১৮'পরি

উত্তর ঃ ডিস্ট্রিবিউশন লাইনে রুটিন ইনস্পেকশনের প্রধান সুবিধা বা উদ্দেশ্যগুলো নিচে দেওয়া হলো ঃ

i) লাইনের স্থায়িত্ব বৃদ্ধি করা।

ii) লাইনে ব্যবহৃত যন্ত্রপাতির কার্যকারিতা নিয়মিত পর্যবেক্ষণ করা।

iii) লাইনের কোনো ফল্ট বা ত্রুটি দ্রুত শনাক্ত করা এবং প্রতিকারমূলক ব্যবস্থা গ্রহণ করা।

❖ সমাপ্ত ❖

অধ্যায়-১৩ সাবস্টেশনের ডিসি ডিস্ট্রিবিউশন সিস্টেম

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। এসি থেকে ডিসি রূপান্তরে রেকটিফায়ার কী কাজ করে?**

উত্তর ঃ রেকটিফায়ার অল্টারনেটিং কারেন্টকে (AC) ডাইরেক্ট কারেন্টে (DC) রূপান্তর করে বিদ্যুতের একমুখী প্রবাহ নিশ্চিত করে।

***** ২। ব্যাটারি ব্যাংক কী?**

উত্তর ঃ একাধিক ব্যাটারিকে একত্রে সংযুক্ত করে যে সেটআপ তৈরি করা হয় তাকে ব্যাটারি ব্যাংক বলে। এটি অধিক ভোল্টেজ বা কারেন্ট ব্যাকআপ দেওয়ার জন্য ব্যবহৃত হয়।

***** ৩। সাবস্টেশনে আইসোলেটরের কাজ কী?**

উত্তর ঃ সাবস্টেশনে রক্ষণাবেক্ষণ বা মেরামতের কাজ করার সময় বিদ্যুৎ সংযোগকে সম্পূর্ণ বিচ্ছিন্ন করে নিরাপত্তা নিশ্চিত করা আইসোলেটরের কাজ।

**** ৪। ডিসি সাপ্লাই সিস্টেম মনিটরিং করার জন্য কী কী প্যারামিটার প্রয়োজন?**

উত্তর ঃ ডিসি সাপ্লাই সিস্টেম মনিটরিং করার জন্য ভোল্টেজ, কারেন্ট এবং ব্যাটারির স্টেট অফ চার্জ (SOC) প্যারামিটার প্রয়োজন।

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। এসি থেকে ডিসি রেকটিফিকেশন কেন প্রয়োজন?**

উত্তর ঃ সাবস্টেশনের গুরুত্বপূর্ণ সরঞ্জাম যেমন– ব্যাটারি চার্জার, কন্ট্রোল সিস্টেম এবং প্রোটেকশন রিলে পরিচালনার জন্য ডিসি পাওয়ার অপরিহার্য। অল্টারনেটিং কারেন্ট বা এসি অনবরত দিক পরিবর্তন করে বলে এই সেনসিটিভ ডিভাইসগুলোর জন্য তা উপযুক্ত নয়। তাই রেকটিফিকেশনের মাধ্যমে এসি-কে স্থির ডিসি ভোল্টেজে রূপান্তর করা হয়। এছাড়া জরুরি অবস্থায় পাওয়ার ব্যাকআপ নিশ্চিত করতে এবং সিস্টেমের স্থিতিশীলতা বজায় রাখতে ডিসি পাওয়ার প্রয়োজন হয়।

**** ২। সাবস্টেশনে ডিসি সরবরাহ কেন প্রয়োজন?**

উত্তর ঃ সাবস্টেশনের গুরুত্বপূর্ণ সুরক্ষা সরঞ্জাম যেমন– রিলে, ট্রিপিং কয়েল এবং নিয়ন্ত্রণ ও যোগাযোগ ব্যবস্থা সচল রাখার জন্য ডিসি সরবরাহ প্রয়োজন। কারণ এসি সরবরাহ কোনো কারণে বন্ধ হয়ে গেলেও ব্যাটারির মাধ্যমে পাওয়া এই ডিসি পাওয়ার সাবস্টেশনকে সচল ও সুরক্ষিত রাখতে সাহায্য করে।

***** ৩। সাবস্টেশন সরঞ্জামে বিদ্যুৎ বিতরণ বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর ঃ সাবস্টেশনের বিভিন্ন যন্ত্রপাতিতে একটি গ্রিড থেকে আসা বিদ্যুৎকে সুনির্দিষ্ট পরিকল্পনা অনুযায়ী ভাগ করে পৌঁছে দেওয়াকেই বিদ্যুৎ বিতরণ বোঝায়। এর মূল উদ্দেশ্য হলো প্রতিটি সরঞ্জামের জন্য প্রয়োজনীয় ভোল্টেজ ও কারেন্ট নিশ্চিত করা এবং ব্যাকআপ ব্যবস্থার মাধ্যমে সিস্টেমের নির্ভরযোগ্যতা বৃদ্ধি করা।

***** ৪। ব্যাটারির রক্ষণাবেক্ষণ পদ্ধতিগুলো লেখ।**

উত্তর ঃ ব্যাটারি দীর্ঘসময় ভালো রাখতে নিয়মিত এর টার্মিনালগুলো পরিষ্কার করতে হয় এবং ক্ষয় রোধে পরীক্ষা করতে হয়। এছাড়া সংযোগগুলো শক্ত আছে কি না এবং ব্যাটারির চার্জিং ভোল্টেজ ও অভ্যন্তরীণ প্রতিরোধ ব্যবস্থা ঠিক আছে কি না তা নিয়মিত যাচাই করা প্রয়োজন।

***** ৫। ডিসি ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ডের উপাদানসমূহ কী কী?**

উত্তর ঃ একটি ডিসি ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ডে সাধারণত ঃ

i) ইনপুট সাপ্লাই
v) মনিটরিং ও মিটারিং ডিভাইস
ii) ইনপুট সার্কিট ব্রেকার
vi) গ্রাউন্ডিং
iii) ফিউজ
vii) বাসবার
iv) টার্মিনাল ব্লক
viii) প্যানেল বোর্ড

❖ সমাপ্ত ❖

অধ্যায়-১৪ গ্রিড সিস্টেম

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। গ্রিড সিস্টেমের প্রয়োজনীয়তা কী?** বাকাশিবো- ২০১৬'পরি, ২০, ২১

উত্তর ঃ

i) সর্বোচ্চ কর্মদক্ষতা পাওয়া যায়।

ii) গ্রাহকদের নিরবচ্ছিন্ন বিদ্যুৎ সরবরাহ নিশ্চিত করা যায়।

iii) পাওয়ার স্টেশনগুলোর মেরামত ও রক্ষণাবেক্ষণ সহজ হয়।

iv) ভবিষ্যতে বাড়তি লোড বা বিদ্যুৎ চাহিদা পূরণ করা যায়।

***** ২। বেস লোড কাকে বলে?** বাকাশিবো- ২০২০

উত্তর ঃ কোনো বিদ্যুৎ কেন্দ্রে দিনের প্রায় সব সময় যে পরিমাণ লোড বা বিদ্যুৎ চাহিদা অপরিবর্তিত বা স্থির থাকে, তাকে বেস লোড বলে।

**** ৩। ইস্ট-ওয়েস্ট গ্রিড কানেক্টরের যমুনা নদী পার হওয়া লাইনের দৈর্ঘ্য ও টাওয়ার সংখ্যা কত?** বাকাশিবো- ২০১৭

উত্তর ঃ এই লাইনটি যমুনা নদীতে 13.4113 কিলোমিটার দীর্ঘ এবং এতে মোট 11টি টাওয়ার রয়েছে।

**** ৪। বাংলাদেশে গ্রিড সাপ্লাই সিস্টেমে ব্যবহৃত ভোল্টেজগুলোর মান লেখ।** বাকাশিবো- ২০০৭, ১৪'পরি

উত্তর ঃ বাংলাদেশে গ্রিড সিস্টেমে সাধারণত 66 kV, 132 kV এবং 230 kV ভোল্টেজ ব্যবহৃত হয়।

***** ৫। আমাদের দেশে জাতীয় গ্রিড কাকে বলে?**

উত্তর ঃ বাংলাদেশের বিদ্যুৎ ব্যবস্থার প্রায় পুরো অংশই যে সমন্বিত গ্রিড সিস্টেমের অন্তর্ভুক্ত, তাকেই জাতীয় গ্রিড বলা হয়।

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। গ্রিড সিস্টেমের সুবিধাগুলো কী কী ?**

বাকাশিবো- ২০০৯, ১১, ১২, ১৩, ১৪'পরি, ১৫'পরি, ১৬, ১৬'পরি, ১৭, ১৮'পরি, ২০'পরি, ২৩

উত্তর ঃ গ্রিড সিস্টেম ব্যবহারের প্রধান সুবিধাসমূহ হলো ঃ

i) বিদ্যুৎ সরবরাহের নির্ভরযোগ্যতা বৃদ্ধি পায়।

ii) উৎপাদন কেন্দ্রের অতিরিক্ত রিজার্ভ ক্ষমতার প্রয়োজন কম হয়।

iii) বিদ্যুৎ উৎপাদন কেন্দ্রের দক্ষতা বৃদ্ধি পায়।

iv) বাড়তি লোড সহজে বণ্টন করা যায়।

v) পুরাতন পাওয়ার প্ল্যান্টগুলোকেও কাজে লাগানো সম্ভব হয়।

vi) প্ল্যান্টের লোড ফ্যাক্টর ও ডাইভারসিটি ফ্যাক্টর উন্নত হয়।

vii) প্রতি কিলোওয়াট বিদ্যুৎ উৎপাদনে মূলধনী খরচ ও উৎপাদন ব্যয় হ্রাস পায়।

viii) বিদ্যুতের ভারসাম্য রক্ষা পায় এবং লোড-শেডিংয়ের পরিমাণ কমে।

***** ২। গ্রিড সিস্টেম কাকে বলে?**

বাকাশিবো- ২০০৬, ০৭, ০৮, ০৯, ১০, ১১, ১৪, ১৬'পরি, ২১, ২২

উত্তর ঃ একাধিক পাওয়ার প্ল্যান্টে উৎপাদিত বিদ্যুৎ শক্তিকে যখন একটি কমন নেটওয়ার্কের মাধ্যমে নির্দিষ্ট ভোল্টেজে ট্রান্সমিশন লাইনের সাহায্যে সংযুক্ত করে সম্মিলিতভাবে সরবরাহ করা হয়, তখন সেই ব্যবস্থাকে গ্রিড সিস্টেম বলে।

**** ৩। গ্রিড বা ন্যাশনাল গ্রিড কাকে বলে?** বাকাশিবো- ২০০৮, ১৮

উত্তর ঃ দেশের বিভিন্ন অঞ্চলে ছড়িয়ে থাকা বিদ্যুৎ উৎপাদন কেন্দ্রসমূহকে একটি সাধারণ নেটওয়ার্কের আওতায় এনে সঞ্চালন লাইন ও উপকেন্দ্রের মাধ্যমে দেশব্যাপী বিদ্যুৎ বিতরণের যে সমন্বিত ব্যবস্থা গড়ে তোলা হয়, তাকে গ্রিড বা ন্যাশনাল গ্রিড বলে।

**** ৪। East-West Interconnection এর দৈর্ঘ্য ও অপারেটিং ভোল্টেজ কত?** বাকাশিবো- ২০০৮, ১৫'পরি, ১৮'পরি

উত্তর ঃ এর দৈর্ঘ্য 13.4113 কিলোমিটার। এর অপারেটিং ভোল্টেজ 132 kV (200 MW ক্ষমতার জন্য) এবং 230 kV (500 MW ক্ষমতার জন্য)।

❖ সমাপ্ত ❖

অধ্যায়-১৫

স্মার্ট গ্রিড সিস্টেম

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। স্মার্ট গ্রিড সিস্টেম কী?**

উত্তর ঃ স্মার্ট গ্রিড হলো একটি আধুনিক ডিজিটাল বিদ্যুৎ ব্যবস্থা যেখানে আইটি এবং যোগাযোগ প্রযুক্তি ব্যবহার করে বিদ্যুৎ উৎপাদন থেকে গ্রাহক পর্যন্ত প্রবাহকে স্বয়ংক্রিয়ভাবে নিয়ন্ত্রণ ও পর্যবেক্ষণ করা হয়।

**** ২। স্মার্ট গ্রিডে ব্যবহৃত তিনটি প্রযুক্তির নাম লেখ।**

উত্তর ঃ স্মার্ট গ্রিডে ব্যবহৃত তিনটি প্রযুক্তি হলো ঃ

i) অ্যাডভান্সড মিটারিং ইনফ্রাস্ট্রাকচার (AMI)
ii) ডিস্ট্রিবিউটেড এনার্জি রিসোর্স (DER)
iii) রিয়েল-টাইম মনিটরিং ও কন্ট্রোল।

**** ৩। স্মার্ট গ্রিড সিস্টেমে নেট মিটারিং কী?**

উত্তর ঃ নেট মিটারিং এমন এক ব্যবস্থা যেখানে গ্রাহক তার নিজস্ব নবায়নযোগ্য উৎস থেকে উৎপাদিত অতিরিক্ত বিদ্যুৎ গ্রিডে সরবরাহ করে বিলের বিপরীতে ক্রেডিট বা ছাড় পেতে পারেন।

**** ৪। স্মার্ট গ্রিডে স্মার্ট মিটার কীসের জন্য ব্যবহার করা হয়?**

উত্তর ঃ স্মার্ট গ্রিডে স্মার্ট মিটার মূলত গতিশীল মূল্য নির্ধারণ, ত্রুটি শনাক্তকরণ, শক্তি দক্ষতা বৃদ্ধি এবং স্বয়ংক্রিয় বিলিং তৈরির কাজে ব্যবহৃত হয়।

***** ৫।** বাংলাদেশের দুইটি প্রতিশ্রুতিশীল স্মার্ট গ্রিড সিস্টেমের নাম লেখ।

উত্তর ঃ বাংলাদেশের দুইটি প্রতিশ্রুতিশীল স্মার্ট গ্রিড সিস্টেম হলো ঃ

i) ঢাকা পাওয়ার ডিস্ট্রিবিউশন কোম্পানি (DPDC) স্মার্ট গ্রিড প্রজেক্ট।

ii) স্মার্ট গ্রিড পাইলট প্রকল্প।

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। স্মার্ট গ্রিড সিস্টেমের প্রয়োজনীয়তা লেখ।**

উত্তর ঃ আধুনিক বিদ্যুৎ ব্যবস্থাপনায় স্মার্ট গ্রিড সিস্টেম অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। এর প্রয়োজনীয়তাগুলো নিচে দেওয়া হলো ঃ

i) এটি বিদ্যুৎ সরবরাহের নির্ভরযোগ্যতা বাড়িয়ে লোডশেডিং বা বিভ্রাট দ্রুত শনাক্ত ও সমাধান করতে পারে।

ii) সিস্টেম লস কমিয়ে বিদ্যুৎ বিতরণে সর্বোচ্চ দক্ষতা নিশ্চিত করে।

iii) গ্রাহকরা রিয়েল-টাইম তথ্য পাওয়ার মাধ্যমে নিজেদের বিদ্যুৎ ব্যবহারে সচেতন হতে পারেন এবং অপচয় রোধ করতে পারেন।

iv) এটি সৌর বা বায়ু শক্তির মতো নবায়নযোগ্য জ্বালানিকে মূল গ্রিডে সহজে যুক্ত করতে সহায়তা করে।

v) গ্রিনহাউজ গ্যাস নির্গমন কমিয়ে পরিবেশ রক্ষায় ভূমিকা রাখে।

**** ২। স্মার্ট গ্রিডে ডাটা কী ভূমিকা পালন করে?**

উত্তর ঃ স্মার্ট গ্রিড সিস্টেমে ডাটা বা তথ্য মূল চালিকাশক্তি হিসেবে কাজ করে। ডাটার মাধ্যমে সিস্টেমের প্রতিটি অংশের রিয়েল-টাইম অবস্থা পর্যবেক্ষণ করা যায়, যা দক্ষ বিদ্যুৎ ব্যবস্থাপনায় সাহায্য করে। এটি বিদ্যুতের চাহিদা ও সরবরাহের মধ্যে ভারসাম্য বজায় রাখে এবং কোথায় ত্রুটি হয়েছে তা দ্রুত জানিয়ে দেয়। এছাড়া ডাটা বিশ্লেষণের মাধ্যমে ভবিষ্যতের রক্ষণাবেক্ষণ কাজ এবং গ্রাহকদের বিদ্যুৎ সাশ্রয়ী পরামর্শ প্রদান করা সহজ হয়। মূলত একটি স্থিতিশীল এবং আধুনিক গ্রিড নিশ্চিত করতে ডাটার কোনো বিকল্প নেই।

***** ৩। স্মার্ট গ্রিড সিস্টেমের সুবিধাসমূহ লেখ।**

উত্তর ঃ স্মার্ট গ্রিড সিস্টেমের সুবিধাগুলো নিচে রোমান সংখ্যা দিয়ে উল্লেখ করা হলো ঃ

i) স্মার্ট গ্রিড সিস্টেমের মাধ্যমে বিদ্যুৎ ব্যবস্থাপনায় স্বচ্ছতা ও পূর্ণ নিয়ন্ত্রণ নিশ্চিত করা যায়।

ii) কোনো কারণে বিদ্যুৎ বিভ্রাট ঘটলে এই সিস্টেম স্বয়ংক্রিয়ভাবে দ্রুত বিদ্যুৎ সরবরাহ পুনরায় চালু করতে সক্ষম।

iii) এটি বিদ্যুৎ উৎপাদন খরচ কমাতে সাহায্য করে, যা দেশের সামগ্রিক অর্থনীতিতে ইতিবাচক প্রভাব ফেলে।

iv) গ্রাহকরা তাদের বিদ্যুৎ ব্যবহারের খরচ কমাতে পারেন এবং দূরবর্তী স্থান থেকে মিটার রিডিং নেওয়া সম্ভব হয়।

v) নবায়নযোগ্য শক্তির উৎস যেমন ঃ সৌর ও বায়ু বিদ্যুৎকে গ্রিডে সহজে যুক্ত করে পরিবেশ রক্ষা করা যায়।

vi) সঞ্চালন লাইনে বিদ্যুতের অপচয় বা সিস্টেম লস অনেক কম হয়।

**** ৪। স্মার্ট গ্রিডের বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ।**

উত্তর ঃ স্মার্ট গ্রিড সিস্টেমের প্রধান বৈশিষ্ট্যগুলো নিচে দেওয়া হলো ঃ

i) এটি ইউটিলিটি কোম্পানি এবং গ্রাহকের মধ্যে দ্বিমুখী যোগাযোগ ব্যবস্থা স্থাপন করে।

ii) গ্রিডের নিরাপত্তা নিশ্চিত করতে এটি একটি স্বয়ংক্রিয় রক্ষণাবেক্ষণ ও সুরক্ষা ব্যবস্থা বজায় রাখে।

iii) রিয়েল-টাইম চাহিদার ওপর ভিত্তি করে বিদ্যুৎ সরবরাহ ও মূল্যের সমন্বয় সাধন করে।

iv) বিদ্যুৎ উৎপাদন এবং বিতরণে আধুনিক সফটওয়্যার ও ডাটা বিশ্লেষণ পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়।

v) গ্রাহক নিজেই নিজের বিদ্যুৎ খরচ মনিটর ও নিয়ন্ত্রণ করার সুযোগ পান।

vi) সাইবার আক্রমণ থেকে গ্রিডকে রক্ষা করতে এতে অত্যন্ত শক্তিশালী ও আধুনিক নিরাপত্তা ব্যবস্থা থাকে।

***** ৫। স্মার্ট গ্রিড সিস্টেমে নেট মিটারিং-এর ভূমিকা কী?**

উত্তর ঃ স্মার্ট গ্রিড সিস্টেমে নেট মিটারিং এমন একটি ব্যবস্থা, যার মাধ্যমে গ্রাহক নিজের উৎপাদিত বিদ্যুৎ (যেমন ঃ সৌর বিদ্যুৎ) গ্রিডে সরবরাহ করতে পারেন। এটি মূলত গ্রিড থেকে নেওয়া বিদ্যুৎ এবং গ্রিডে দেওয়া বিদ্যুতের পরিমাণের মধ্যে একটি সমন্বয় সাধন করে। নেট মিটারিং ব্যবহারের প্রধান সুবিধাগুলো হলো ঃ

i) গ্রাহক যদি নিজের ব্যবহারের চেয়ে বেশি বিদ্যুৎ উৎপাদন করেন, তবে সেই অতিরিক্ত বিদ্যুৎ গ্রিডে পাঠিয়ে তার বর্তমান বিল থেকে বাদ দিয়ে নিতে পারেন।

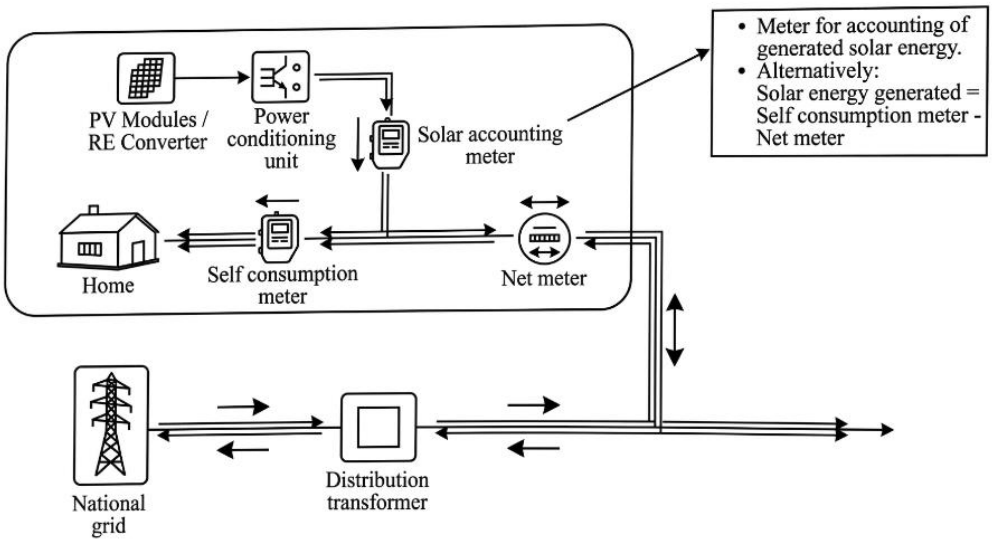
ii) এটি সাধারণ মানুষকে নবায়নযোগ্য জ্বালানি ব্যবহারে উৎসাহিত করে এবং তাদের আর্থিক সাশ্রয় নিশ্চিত করে।

iii) এটি বড় পাওয়ার প্ল্যান্টের ওপর বাড়তি চাপের বোঝা কমিয়ে বিদ্যুৎ সরবরাহে স্থিতি বজায় রাখতে সাহায্য করে।

iv) স্মার্ট মিটারের সাহায্যে বিদ্যুৎ আসা এবং যাওয়ার পরিমাণ নিখুঁতভাবে ট্র্যাক করা যায়, যা দক্ষ গ্রিড ব্যবস্থাপনায় কার্যকর ভূমিকা রাখে।

**** ৬। একটি আদর্শ নেট মিটারিং সিস্টেমের চিত্র আঁক।**

উত্তর ঃ একটি আদর্শ নেট মিটারিং সিস্টেমের চিত্র নিচে দেওয়া হলো ঃ



চিত্র : একটি আদর্শ নেট মিটারিং সিস্টেম

❖ সমাপ্ত ❖