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

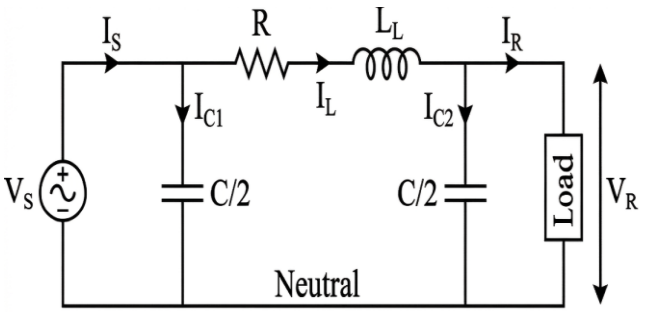
উত্তর ঃ সার্কিট কনস্ট্যান্টগুলো মূলত ভোল্টেজ রেগুলেশনের মান উন্নয়নের জন্য এবং লাইনের ভোল্টেজ ড্রপ সঠিকভাবে নির্ণয় করতে ব্যবহৃত হয়। এছাড়া লাইনের সামগ্রিক দক্ষতা বৃদ্ধি এবং পাওয়ার লস বা সিস্টেমের অপচয় হিসাব করার জন্য এই ধ্রুবকগুলোর সঠিক প্রয়োগ অত্যন্ত জরুরি।

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

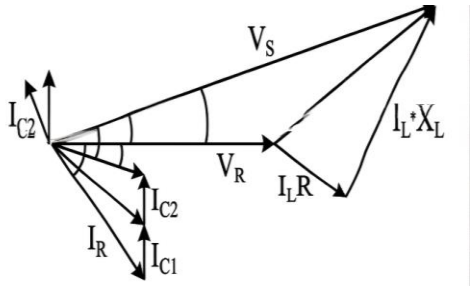
**** ১। নমিনাল পাই (pi) মেথডের সার্কিট ও ভেক্টর ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর।**

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।**

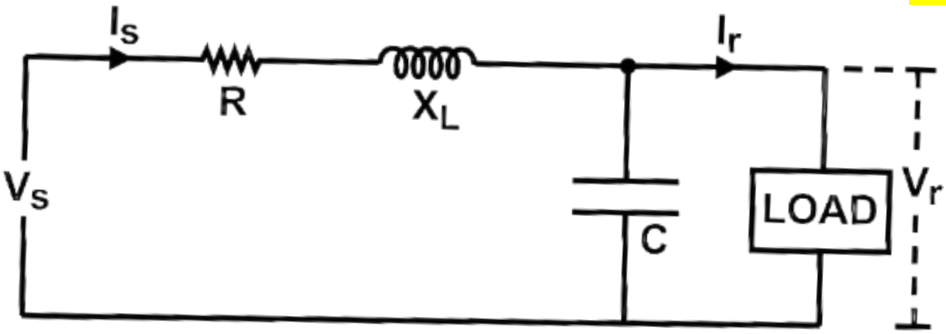
বাকাশিবো- ২০০৮, ১১, ১৮'পরি

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 $\eta = \frac{P_r}{P_s} = \frac{20000}{20474.94} \times 100$

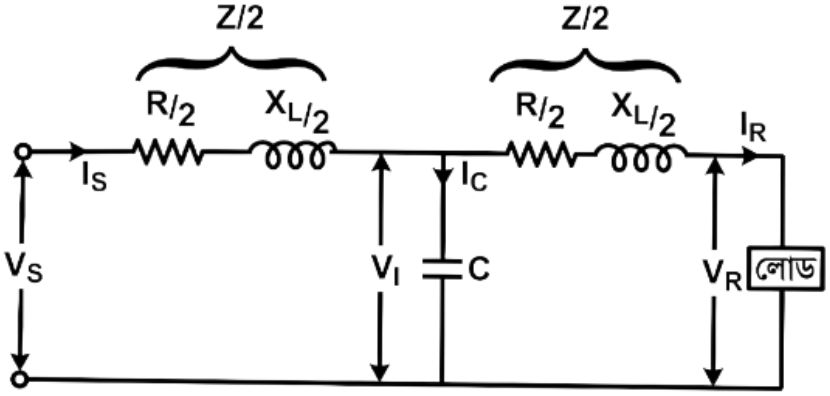
$= 97.68\ \%\ (Ans)$

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

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

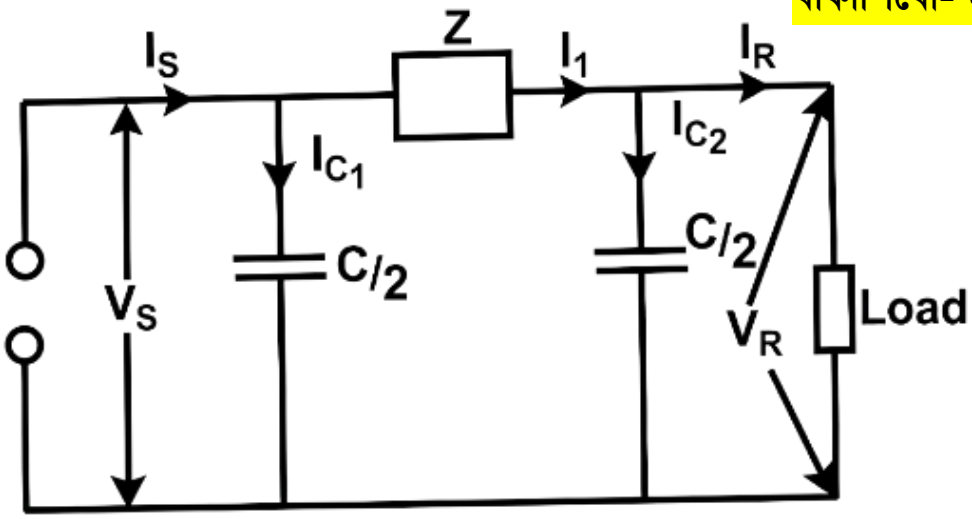
$iv)$ পরিবহন দক্ষতা

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

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