WELCOME TO MY PRESENTATION

SUB: TRANSMISSION AND DISTRIBUTION OF ELECTRICAL ENERGY-1

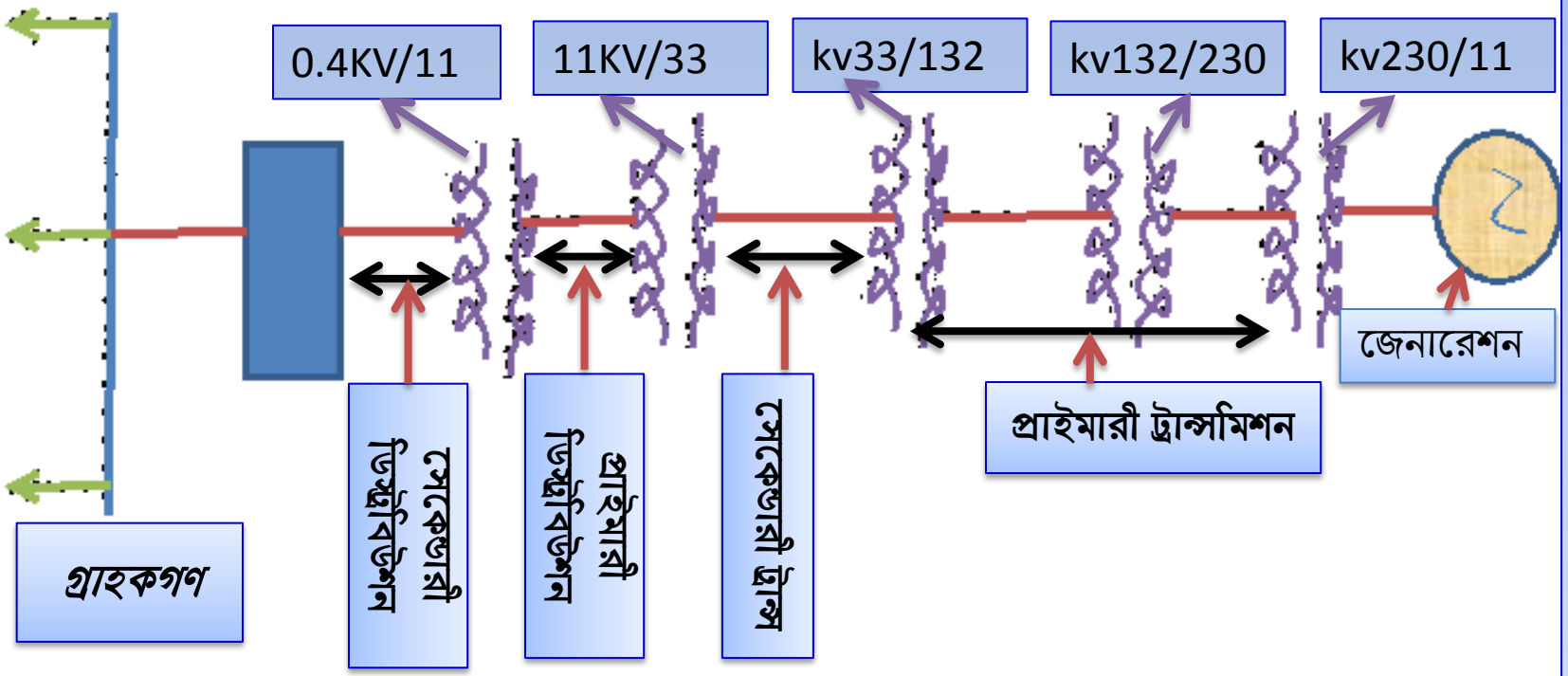
SUB CODE: 66763(6TH ELECTRICAL)

Engr. Md. Shahjahan Kabir
Chief Instructor (electrical)
.Mymensingh Polytechnic institute

অধ্যায় – ০১

১.১ ইলেকট্রিক্যাল এনার্জি ট্রান্সমিশন ও ডিস্ট্রিবিউশনের ব্যাখ্যাঃ–

উৎপাদন কেন্দ্র থেকে আবাসিক ভবন পর্যন্ত বিদ্যুৎ পৌছানোর নিমিত্তে পরিবাহি তারের এক বিশাল নেটওয়ার্ক ব্যবহৃত হয়। তাই উৎপাদন কেন্দ্র থেকে গ্রাহক পর্যায়ে বিদ্যুৎ পৌছানোর বিভিন্ন ধাপগুলো এনার্জি ট্রান্সমিশন এন্ড ডিস্ট্রিবিউশনের অন্তর্ভুক্ত। নিম্নে এনার্জি ট্রান্সমিশন ও ডিস্ট্রিবিউশন বিভিন্ন ধাপগুলো দেখানো হলঃ



চিত্রঃব্লক ডায়াগ্রাম অফ দ্যা ট্রান্সমিশন এন্ড ডিস্ট্রিবিউশন সিস্টেম

ট্রান্সমিশন লাইনঃ উৎপাদন কেন্দ্রের প্রেরণ প্রান্ত থেকে বিভিন্ন সাব-স্টেশন পর্যন্ত উচ্চ পাওয়ার পরিবহনের জন্য যে বিশাল নেটওয়ার্ক ব্যবহৃত হয় , তাকে ট্রান্সমিশন লাইন বলে। ইহা দুই প্রকার,

যথা, ১। প্রাইমারী ট্রান্সমিশনঃ ২৩০কেভি, ১৩২ কেভি

২। সেকেন্ডারী ট্রান্সমিশন ঃ ৬৬ কেভি , ৩৩ কেভি।

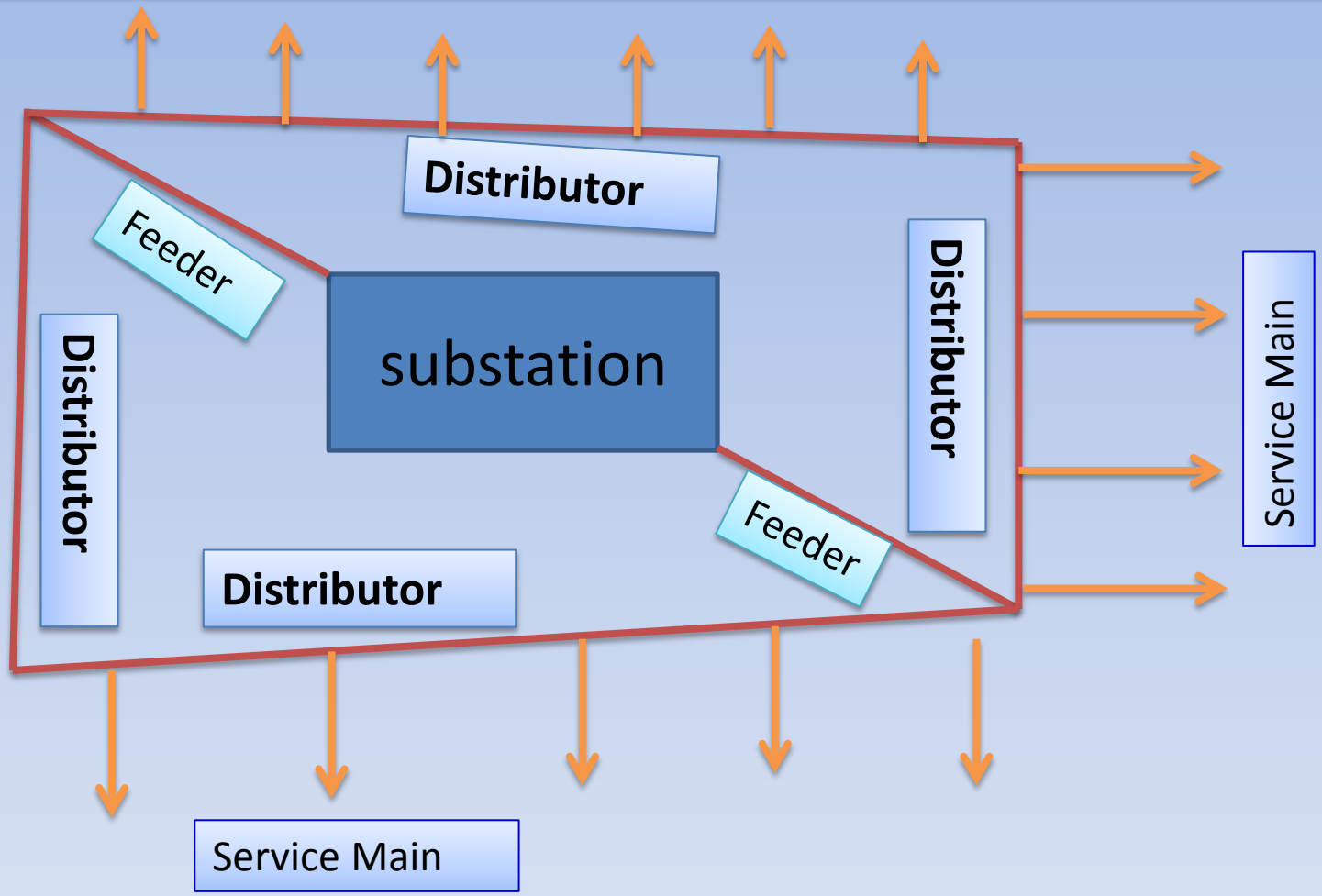
ডিস্ট্রিবিউশন লাইন ঃ সাব-স্টেশন থেকে গ্রাহক পর্যন্ত অর্থাৎ আবাসিক ভবন, শিল্প- কারখানা কিম্বা বানিজ্যিক এলাকায় বিদ্যুৎ বিতরনের জন্য যে নেটওয়ার্ক ব্যবহৃত হয় , তাকে ডিস্ট্রিবিউশন লাইন বলে।

ডিস্ট্রিবিউশন সিস্টেম আবার দুই ধরনের

যথা, ১। প্রাইমারী ডিস্ট্রিবিউশন ১১ কেভি, ৬.৬ কেভি, ৩.৩কেভি

২। সেকেন্ডারী ডিস্ট্রিবিউশন ৪০০ ভোল্ট, ২৩০ ভোল্ট ।

১.২ ফিডার , ডিস্ট্রিবিউটর, সার্ভিস মেইন এর সংক্ষিপ্ত বর্ণনাঃ



ফিডার ঃ জনবহুল এলাকার সহিত জেনারেটিং স্টেশনের সংযোগ সাধনকারী মোটা পরিবাহী ক্যাবলকে ফিডার বলে অথবা সাবস্টেশন থেকে জনবহুল এলাকার ট্রান্সফরমারের প্রাইমারী পর্যন্ত সংযোগ সাধনকারী মোটা পরিবাহী ক্যাবলকে ফিডার বলে।

ডিস্ট্রিবিউটরঃ জনবহুল এলাকার ট্রান্সফরমারের সেকেন্ডারী থেকে যে লাইন বের হয়ে যায় এবং উক্ত লাইন পরিবাহী থেকে ট্যাপিং করে গ্রাহকের মিটারে সংযোগ দেওয়া হয়, উক্ত পরিবাহীকে ডিস্ট্রিবিউটর বলে।

সার্ভিস মেইনঃ যে ক্যাবলের মাধ্যমে ডিস্ট্রিবিউটর থেকে ট্যাপিং করে গ্রাহকদের সাপ্লাই দেওয়া হয়, তাকে সার্ভিস মেইন বলে।

১.৪ এসি ও ডিসি ট্রান্সমিশনের মধ্যে পার্থক্য নিম্নরুপঃ

এসি ট্রান্সমিশন	ডিসি ট্রান্সমিশন
১। তিন তার প্রয়োজন এবং তামার খরচ বেশী ২। ইন্ডাকটেন্স, ক্যাপাসিটর, পাওয়ার ফ্যাক্টর এবং সার্জের প্রভাব বিদ্যমান । ৩। স্কিন ইফেক্ট বিদ্যমান। ৪। ইহার পরিবহন ক্যাবলে ইনসুলেশন বেশী লাগে। ৫। ভোল্টেজ রেগুলেশন নিম্নমানের। ৬। ভোল্টেজকে স্টেপ আপ এবং স্টেপ-ডাউন করা যায়।	১। দুইতার লাগে তাই তামার খরচ কম। ২। ইহাতে এসবের প্রভাব নেই। ৩। ইহাতে স্কিন ইফেক্ট নেই। ৪। ইহাতে ইনসুলেশন কম লাগে। ৫। ভোল্টেজ রেগুলেশন উন্নত। ৬। উক্ত পরিবহনে ভোল্টেজকে স্টেপ-আপ এবং স্টেপ- ডাউন করা যায় না।

১.৫ ওভারহেড এবং আন্ডারগ্রাউন্ড সিস্টেম এর মধ্যে তুলনা ঃ

ওভারহেড সিস্টেম	আন্ডারগ্রাউন্ড সিস্টেম
১। ওভারহেড লাইন সাধারনতঃ কাঠ/কংক্রিট/ষ্টীল পোল অথবা টাওয়ারে ইনসুলেটরের মাধ্যমে ঝুলানো থাকে। ২। প্রাথমিক খরচ কম। ৩। রক্ষণাবেক্ষণ খরচ তুলনামুলক বেশী। ৪। কন্ডাক্টর স্প্যাসিং বেশী থাকে বলে লাইনে ভোল্টেজ ড্রপ বেশী হয়। ৫। সার্জ ভোল্টেজ প্রতিরোধি ব্যবস্থা নিতে হয়।	১। ইহা কন্ডুইট বা ট্রেঞ্চের মধ্যে দিয়ে নিয়ে যাওয়া হয়। ২। ইহাতে প্রাথমিক খরচ বেশী। ৩। রক্ষণাবেক্ষণ খরচ কম। ৪ ।কন্ডাক্টর স্প্যাসিং কম থাকে বলে লাইনে ভোল্টেজ ড্রপ কম হয়। ৫। ইহাতে ব্যবস্থা নিতে হয় না।

প্রশ্নঃ সমীকরনের সাহায্যে দেখাও যে, উচ্চ ভোল্টেজে পাওয়ার ট্রান্সমিশনে পরিবাহীর আয়তন কম লাগে এবং দক্ষতা বেশী পাওয়া যায়।

৩.৬ লো-ভোল্টেজ ট্রান্সমিশনের তুলনায় হাইভোল্টেজ ট্রান্সমিশনের সুবিধাঃ

১। উচ্চ ভোল্টেজে পাওয়ার ট্রান্সমিশনে পরিবাহীর আয়তন কম লাগে।

২। উচ্চ ভোল্টেজে ট্রান্সমিশন লাইনের দক্ষতা বৃদ্ধি পায়।

প্রমাণঃ ১। উচ্চ ভোল্টেজে পাওয়ার ট্রান্সমিশনে পরিবাহীর আয়তন কম লাগেঃ

ধরি, তিনফেজ এসি ট্রান্সমিশন পাওয়ার = P Watt

লাইন ভোল্টেজ = V volt

লোড পাওয়ার ফ্যাক্টর = $\cos \emptyset$

ট্রান্সমিশন লাইনের দৈর্ঘ্য = L m

প্রতি তারের রোধ = R Ω

পরিবাহী তারের আপেক্ষিক রোধ = ρ Ω-m

পরিবাহী তারের প্রস্থচ্ছেদ = A sq-m

লোড কারেন্ট I = $\frac{p}{\sqrt{3}v\cos\emptyset}$, R= $\frac{\rho l}{A}$

W= $3I^2R = 3\left(\frac{p}{\sqrt{3}v\cos\emptyset}\right)^2 \times \frac{\rho l}{A}$

So , A = $\frac{p^2\rho L}{wv^2\cos\emptyset^2}$

তাই লাইন পরিবাহীর আয়তন = 3AL

$= 3\frac{p^2\rho L^2}{wv^2\cos\emptyset^2}$

অতএব উপরোক্ত সমীকরন থেকে আমরা দেখতে পাইযে উচ্চ ভোল্টেজে পাওয়ার ট্রান্সমিশনে লাইন পরিবাহীর আয়তন কম লাগে।

২। উচ্চ ভোল্টেজে ট্রান্সমিশন লাইনের দক্ষতা বৃদ্ধির প্রমাণ ঃ

ইনপুট পাওয়ার = P + মোট অপচয় (লস)

$$= P + \frac{p^2 \rho L}{v^2 \cos \emptyset^2 A}$$

মনেকরি, পরিবাহীর কারেন্ট ডেনসিটি = J

তাহলে $A = \frac{I}{J} = \frac{p}{(\sqrt{3} v \cos \emptyset . J)}$

অতএব ইনপুট পাওয়ার = $P(1 + \frac{\sqrt{3} JPL}{V \cos \emptyset})$

ট্রান্সমিশন দক্ষতা = $\frac{Output\ power}{Input\ power}$

$$= (1 - \frac{\sqrt{3} JpL}{V \cos \emptyset}) \ ।$$

এখান থেকে আমরা দেখতে পাই যে, উচ্চ ভোল্টেজে ট্রান্সমিশন লাইনের দক্ষতা বেশী হয়।

প্রশ্নঃ সমান পাওয়ার প্রেরণের ক্ষেত্রে ডিসি দুইতার পদ্ধতির তুলনায় এসি তিনফেজ তিনতার পদ্ধতির তুলনা কর।

উত্তরঃ উভয় ক্ষেত্রে সমদুরত্বে পাওয়ার সমদক্ষতায় প্রেরণের বিবেচনায় পাওয়ার অপচয় সমান হবে।

দুইতার ডিসির ক্ষেত্রে মনেকরিঃ

কন্ডাক্টর এবং আর্থের মধ্যে বিরাজমান সর্বাধিক ভোল্টেজ $= V_m$

লাইন কারেন্ট $= I_1$

প্রতি লাইনের রোধ $= R_1$

অতএব মোট পাওয়ার $p = V_m I_1$

পাওয়ার লস $W = 2I_1^2 R_1$

তিনফেজ তিনতার এসির ক্ষেত্রেঃ

প্রতি লাইনের রোধ $= R_2$

লোড ফ্যাক্টর $= \cos \emptyset$

লাইন কারেন্ট $= I_2$

ভোল্টেজের r.m.s এর মান $= \frac{V_m}{\sqrt{2}}$

মোট পাওয়ার, $p = 3V_p I_p \cos \emptyset$

$= 3\frac{V_m}{\sqrt{2}} I_2 \cos \emptyset$

এবং পাওয়ার অপচয় $W = 3{I_2}^2 R_2$

অতএব শর্তানুসারে ,$V_m I_1 = 3\frac{V_m}{\sqrt{2}} I_2 \cos \emptyset$

$I_1 = 3\frac{I_2}{\sqrt{2}} \cos \emptyset$. . . .(১)

$3{I_2}^2 R_2 = 2{I_1}^2 R_1$

সমাধান করে পাই,

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{1}{3\cos \emptyset^2} = \frac{a_2}{a1}$$

$$\frac{Total\ volume\ of\ the\ three\ wire\ ac}{Total\ volume\ of\ the\ two\ wire\ dc} = \frac{3}{2} \times \frac{1}{3\cos \emptyset^2} = 0.50.$$

১। প্রশ্নঃ উভয় ক্ষেত্রে যে কোন কন্ডাক্টর ও আর্থের মধ্যে সর্বোচ্চ ভোল্টেজ সমান ধরে দুইতার ডিসি পদ্ধতির সহিত এসি তিনফেজ চার পদ্ধতির তামার তুলনা কর।

১ নং এর মত একই শুধু যোগ করতে হবে নীচের অংশটুকু

$$\frac{Total\ volume\ of\ the\ ac\ three\ phase\ four\ wire}{total\ volume\ of\ the\ dc\ two\ wire} = \frac{3.5\ a_2 L}{2a_1 L} =$$

$$\frac{3.5}{6\cos\emptyset^2} = 0.5833 = 58.33\%$$

১.১০ ট্রান্সমিশন ও ডিস্ট্রিবিউশন এর জন্য কার্যকারী ভোল্টেজ নির্বাচন প্রক্রিয়া ঃ

ট্রান্সমিশন ভোল্টেজ বৃদ্ধি পেলে তুলনামুলক কম আয়তনের কন্ডাক্টর মেটেরিয়াল প্রয়োজন হয়, ফলে কন্ডাক্টর খরচ কম পরে। তাই সর্বনিম্ন কন্ডাক্টর কস্ট রাখতে ভোল্টেজকে সম্ভবত বৃদ্ধি করা হয়।আবার ট্রান্সমিশন ভোল্টেজ বৃদ্ধি পেলে, ইনসুলেটর, ট্রান্সফরমার, সুইচগিয়ার ও অন্যান্য যন্ত্রপাতির খরচ আনাপাতিক হারে বেড়ে যায়। তাই ট্রান্সমিশন ভোল্টেজ গ্রহণযোগ্য সীমায় বৃদ্ধি করতে হয়। সব খরচ সর্বনিম্ন পর্যায়ে রাখতে যে ভোল্টেজ প্রয়োজন হয়, তাকে মিতব্যয়ী ভোল্টেজ বলে। একটা স্ট্যান্ডার্ড ট্রান্সমিশন ভোল্টেজহ রাখতে নিম্নোক্ত ফ্যাক্টর গুলো বিবেচনা করা হয়। ট্রান্সফরমার, সুইচগিয়ার, লাইটিনিং এরেস্টার এবং ইনসুলেটর সাপোর্ট ইত্যাদি।

১.১১ সর্বপেক্ষা মিতব্যয়ী কার্যকরী ট্রান্সমিশন ভোল্টেজ ক্যালকুলেশনঃ

ইকোনমিক ট্রান্সমিশন ভোল্টেজ ক্যালকুলেশনের জন্য ক্যাবল রিসার্স হ্যান্ড বুক কর্তৃক প্রদত্ত একটি সূত্র অনূসৃত হয়। সূত্রটি নিম্নরূপঃ

$$V = 5.5\left\{\sqrt{\frac{Lkm}{1.61} + \frac{Load\ in\ KVA}{150}}\right\} Kv$$

১.১২ সর্বপেক্ষা মিতব্যয়ী কন্ডাক্টর সাইজ নিরূপণে কেলভিনের সূত্রটি বিবৃত করণঃ

প্রশ্নঃ কেলভিনের মিতব্যয়ী সূত্রটি বিবৃত কর।

উত্তরঃ শক্তি পরিবহনের ক্ষেত্রে যে পরিবাহী তারের প্রস্থচ্ছেদে প্রাথমিক খরচের বার্ষিক সুদ ও অবচয়, কন্ডাক্টর রেজিস্ট্যান্স জনিত বার্ষিক অবচয়কৃত এনার্জি কস্টের সমান হয়, উক্ত প্রস্থচ্ছেদেই মিতব্যয়ী প্রস্থচ্ছেদ। পরিবর্তনশীল বার্ষিক চার্জ Tk PA এবং বার্ষিক অপচয়জনিত চার্জ Tk $\frac{Q}{A}$ হয় , তাহলে কেলভিনের

সুত্রনুযায়ী , $PA = \frac{Q}{A}$ ।

প্রশ্ন ঃ কেলভিনের মিতব্যয়ী সূত্রটি বিবৃত ও ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ ১৮৮১ সালে বিজ্ঞানী কেলভিন ইকোনমিক কন্ডাক্টর সাইজ নিরূপনের জন্য একটি সূত্র প্রবর্তন করেন, তাহা কেলভিনের সূত্র নামে পরিচিত। তার মতে ট্রান্সমিশন লাইনের বার্ষিক খরচ নূন্যতম রাখতে যে প্রস্থচ্ছেদের তার ব্যবহার করা হয়, তাহা হবে সর্বপেক্ষা মিতব্যয়ী।

ব্যাখ্যাঃ ব্যাপক অর্থে ট্রান্সমিশন লাইনের মোট খরচ দুই অংশে বিভক্তঃ

যথা, ১। মুলধনের ওপর বার্ষিক চার্জ

২। বার্ষিক শক্তির অবচয়জনিত খরচ।

১। মুলধনের ওপর বার্ষিক চার্জঃ ট্রান্সমিশন লাইনের ইনস্টলেশনের সামগ্রিক ব্যয় অর্থাৎ কন্ডাক্টর সাপোর্ট ও ইনসুলেটরের দাম এবং নির্মাণ ব্যয় ইত্যাদি খরচের বার্ষিক সূদ ও অবচয়মুল্য। অতএব বার্ষিক সূদ এবং অবচয়

$$=Tk(P_1+PA)\ldots(1)$$

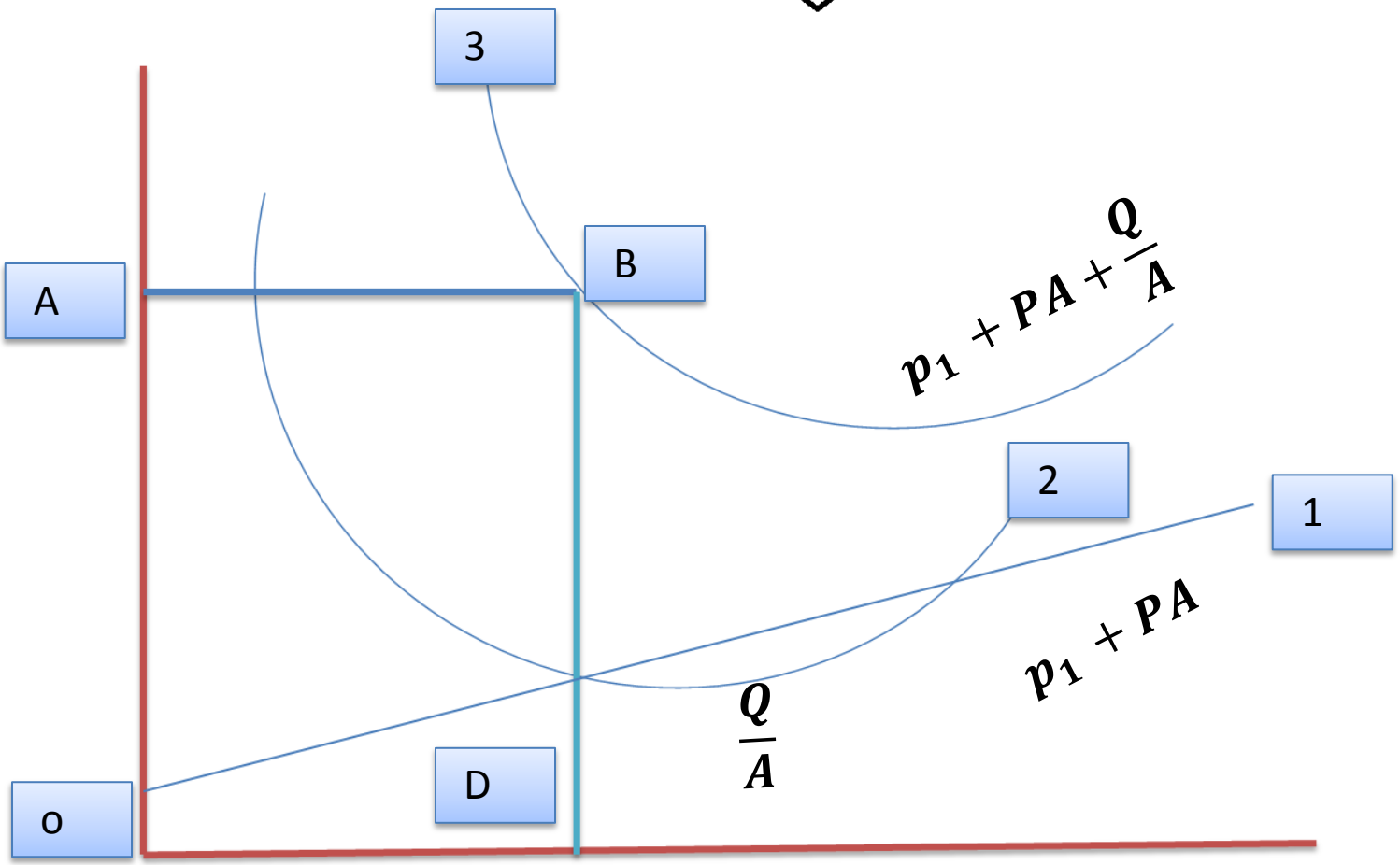
এখানে P1 এবং P ধ্রুব A এরিয়া।

২।বার্ষিক শক্তির অবচয়জনিত খরচ ঃ বার্ষিক এনার্জি অবচয়জনিত খরচ $= Tk.\frac{Q}{A}$

এখানে Q ধ্রুব। অতএব বৎসরে মোট আর্থিক ক্ষতি $L= [Tk(P_1+PA) +Tk.\frac{Q}{A}]$

এখন $\frac{dL}{dA}=0$ এই ক্ষতির পরিমান সবচেয়ে কম হবে। তাই উপরোক্ত সমীকরন থেকে পাওয়া যায় , $PA = \frac{Q}{A}$ ।

Graphical Representation of kelvin's law:



সমস্যাবলী ঃ ১। ১কিলোমিটার লম্বা একটি ৫০০ ভোল্টে, ২ কোর ফিডারের সাহায্যে ১০০ কিলোওয়াট পাওয়ার সরবরাহ করতে হবে। সংস্থাপনসহ প্রতি মিটার ক্যাবলের দাম (6A+1.3) টাকা, যেখানে প্রতি ক্যাবলের প্রস্থচ্ছেদ A বর্গসেন্টিমিটার । বাৎসরিক সূদ ও অবচয় ১০% অবচয়কৃত এনার্জির দাম ৫ পয়সা পার ইউনিট। তারের আপেক্ষিক রোধ 1.75×10^{-6} ওহম-সেমি হলে তারের সর্বোচ্চ ইকোনোমিক্যাল সাইজ ও ইকোনোমিক্যাল কারেন্ট ডেনসিটি নির্ণয় কর।

সমাধান ঃ

দেওয়া আছে ঃ

প্রতি মিটার ক্যাবলের দাম TK. (6A+1.3) টাকা, ১০০০মিটার ক্যাবলের দাম =১০০০× TK. (6A+1.3)|

১০% হিসাবে বার্ষিক সূদ এবং অবচয় $= \frac{10}{100} \times$(6000A)Tk=Tk600A

ρ= $1.75\times 10^{-6}\Omega - cm$,A =? And $\frac{I}{A}$= ?

$$\text{R/km} = \frac{\rho l}{A} = \frac{1.75\times10^{-6}\times1000}{A} = \frac{0.175}{A}\ \Omega$$

$$\text{Full load current I} = \frac{p}{V} = \frac{100\times1000}{500} = 200\ \text{amps}$$

$$\text{দুইকোরের মোট এনার্জি লস} = 2I^2\text{Rt}\times10^{-3}\ \text{KWH}$$

$$= 2\times 200^2 \times \frac{0.175}{A} \times 8760 \times 10^{-3} = \frac{1.23\times10^5}{A}\text{KWH}$$

প্রতি ইউনিটের বিদ্যুৎ খরচ ৫ পয়সা হিসাবে অবচয়কৃত এনার্জির মোট আর্থিক

$$\text{মূল্য} = \text{Tk } 0.05 \times \frac{1.23\times10^5}{A}\text{KWH} = \text{Tk } \frac{6150}{A}$$

$$\text{কেলভিনের সূত্র থেকে পাই , Tk } \frac{6150}{A} = \text{Tk600A}$$

$$\text{A=3.201 } cm^2$$

$$\text{Current density} = \frac{I}{A} = \frac{200}{3.201} = 62.96\ \text{amp}/cm^2.$$

অধ্যায় -২
সিস্টেম লসের ধরনসমুহ

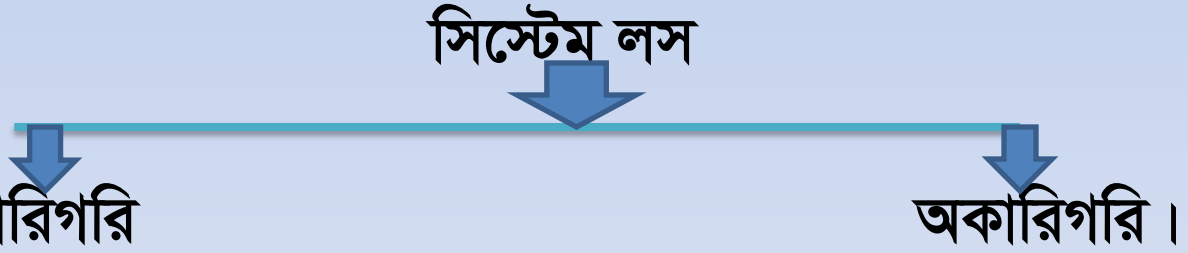
২.১ সিস্টেম লসঃ

সিস্টেম লস কি?

উৎপাদন কেন্দ্রের নিজস্ব ব্যবহারসহ যন্ত্রপাতির অপচয়, পরিবহনকৃত তারের রেজিস্ট্যান্স জনিত অপচয় এবং অন্যান্য কারিগরি-অকারিগরি অবচয়ের দুরুন সামগ্রিকভাবে যে অবচয় হয় তাকে সিস্টেম লস বলে।

সিস্টেম লস = (মোট উৎপাদিত শক্তি- মোট ব্যবহৃত শক্তি)/(মোট উৎপাদিত শক্তি)।

সিস্টেম লসকে আর্থ সামাজিক প্রেক্ষাপটে প্রধানত দুইভাগে ভাগ করা যায় ঃ



১। কারিগরি লসঃ ক) পরিবহন লাইনের ওহমিক অবচয়,

খ) ব্যবহার্য যন্ত্রপাতির অপচয়

গ) ইন্টারকানেক্টেড নেটওয়ার্কের অবচয়,

ঘ) ফিডিং ব্যবস্থাপনার অবচয় ,

ঙ) বিদ্যুৎ কেন্দ্রের নিজস্ব ব্যবহার জনিত অবচয় এই লসের অর্ন্তভুক্ত।

২। অকারিগরি লসঃ ক) অবৈধ সংযোগজনিত লস।

খ) কনজাম্পশন লস।

গ) বিলিং লস ।

ঘ) কালেকশন লস ইত্যাদি।

২.৩ কারিগরি লস কমানোর উপায়সমুহঃ

১। উৎপাদন কেন্দ্র হতে নষ্ট ইউনিটগুলো যতদ্রুত সম্ভব সরিয়ে ফেলা বা মেরামত করা।

২। বুস্টার ট্রান্সফরমার ব্যবহারে করে ভোল্টেজ রেগুলেটরের মান উন্নয়ন করে।

৩। ছোট ছোট প্লান্টের মাধ্যমে স্থানীয় চাহিদা পুরুন করা।

৪। কেবলমাত্র পিক আওয়ারে কিম্বা বিশেষ পরিস্থিতিতে গ্রীড ব্যবহার করা।

৫। গ্রীড সাবস্টেশনে ব্যবহৃত ট্রান্সফরমার, সুইচগিয়ার ও অন্যান্য কন্ট্রোলিং ইউনিটগুলো পরিবর্তন করে।

অকারিগরি লসসুহ কমানোর উপায়ঃ

১। অবৈধ বিদ্যুৎ সংযোগ খুজে বের করা এবং ধরা পড়লে বিচ্ছিন্ন করা।

২। অবৈধ সংযোগকারীকে কঠোন আইনের আওতায় নিয়ে আসা।

৩। ত্রুটিযুক্ত মিটার পরিবর্তন করে ,নতুন মিটার স্থাপন করা।

৪। স্বল্পতম সময়ে বকেয়া বিল আদায় করা।

৫। প্রাশাসনিক অবকাঠামোকে ঢেলে সাজানো।

৬। নিয়মিত মিটার রিডিং মনিটরিং করা ।

২.৪ পাওয়ার ফ্যাক্টর উন্নয়নঃ

আমরা জানি, কিলোওয়াট = কেভিএ × পাওয়ার ফ্যাক্টর

তাই উপরোক্ত সমীকরন থেকে আমরা দেখতে পাইযে, পাওয়ার ফ্যাক্টর যত কম হবে কেভিএ রেটিং তত বেশী হবে। অর্থাৎ বৃহত আকারের মেশিন প্রয়োজন হবে যাহা অত্যান্ত ব্যায়বহুল হয় । সুতরাং সকল সুবিধার কথা বিবেচনা করে পাওয়ার ফ্যাক্টর উন্নয়ন করা বিশেষ প্রয়োজন।

পাওয়ার ফ্যাক্টর উন্নয়নের সুবিধাসমুহঃ

১। কেভিএ এর মান কম হয় , বিধায় বেশি পরিমান কিলোওয়াট পাওয়ার সরবরাহ করা যায়।

২। লাইনে কম কারেন্ট প্রবাহিত হয়, ফলে লাইন লস কম হয় এবং ট্রান্সমিশন দক্ষতা বৃদ্ধি পায়।

৩। পরিবাহী তারগুলো চিকন আকৃতির বেশী হওয়ায় কপার সেভিং বেশী হয়।

৪। প্রাওয়ার ফ্যাক্টর মান যত উন্নত হবে লাইন রেগুলেশন তত উন্নত হবে।

৫। সার্বিকভাবে বৈদ্যুতিক মেশিন ও যন্ত্রাংশের সংস্থাপন, সংরক্ষণ ও পরিচালন খরচ কম হওয়ায় প্রতি একক বিদ্যুৎ উৎপাদন খরচ কম পড়বে।

পাওয়ার ফ্যাক্টর উন্নয়নের জন্য নিম্নলিখিত ইকুইপমেন্ট গুলো ব্যবহৃত হয়ঃ

১। উচ্চ পাওয়ার ফ্যাক্টর সম্পন্ন মোটর ঃ যেমন কমপেনসেটেড ইনডাকশন মোটর ,সিনক্রোনাস মোটর ইত্যাদি প্রায় একক পাওয়ার ফ্যাক্টরে পরিচালিত হয়। তাই ইহাদের মাধ্যমে পাওয়ার ফ্যাক্টর উন্নত হয়।

২। ফেজ এডভান্সার ঃ ফেজ এডভান্সার মোটরের সহিত ব্যবহার করা হলে, উক্ত ফেজ এডভান্সার থেকে রোটর সার্কিটে প্রয়োজনীয় এক্সাইটিং কারেন্ট পায়, ফলে মোটর অপেক্ষাকৃত উন্নত পাওয়ার ফ্যাক্টরে পরিচালিত হয়।

৩। স্ট্যাটিক ক্যাপাসিটর ঃ এ পদ্ধতিতে তিনটি আইডেনটিক্যাল ক্যাপাসিটরকে স্টার বা ডেলটা সংযোগ করে, লাইনের সহিত প্যারালালে সংযোগ করে পাওয়ার ফ্যাক্টরকে উন্নত করা হয়।

৪। ক্যাপাসিটেন্স বুস্টার ঃ এ পদ্ধতিতে প্রতিটি লাইনের সহিত ক্যাপাসিটরকে ট্রান্সফরমারের মাধ্যমে সিরিজে সংযোগ করে পাওয়ার ফ্যাক্টরের মান উন্নত করা হয়।

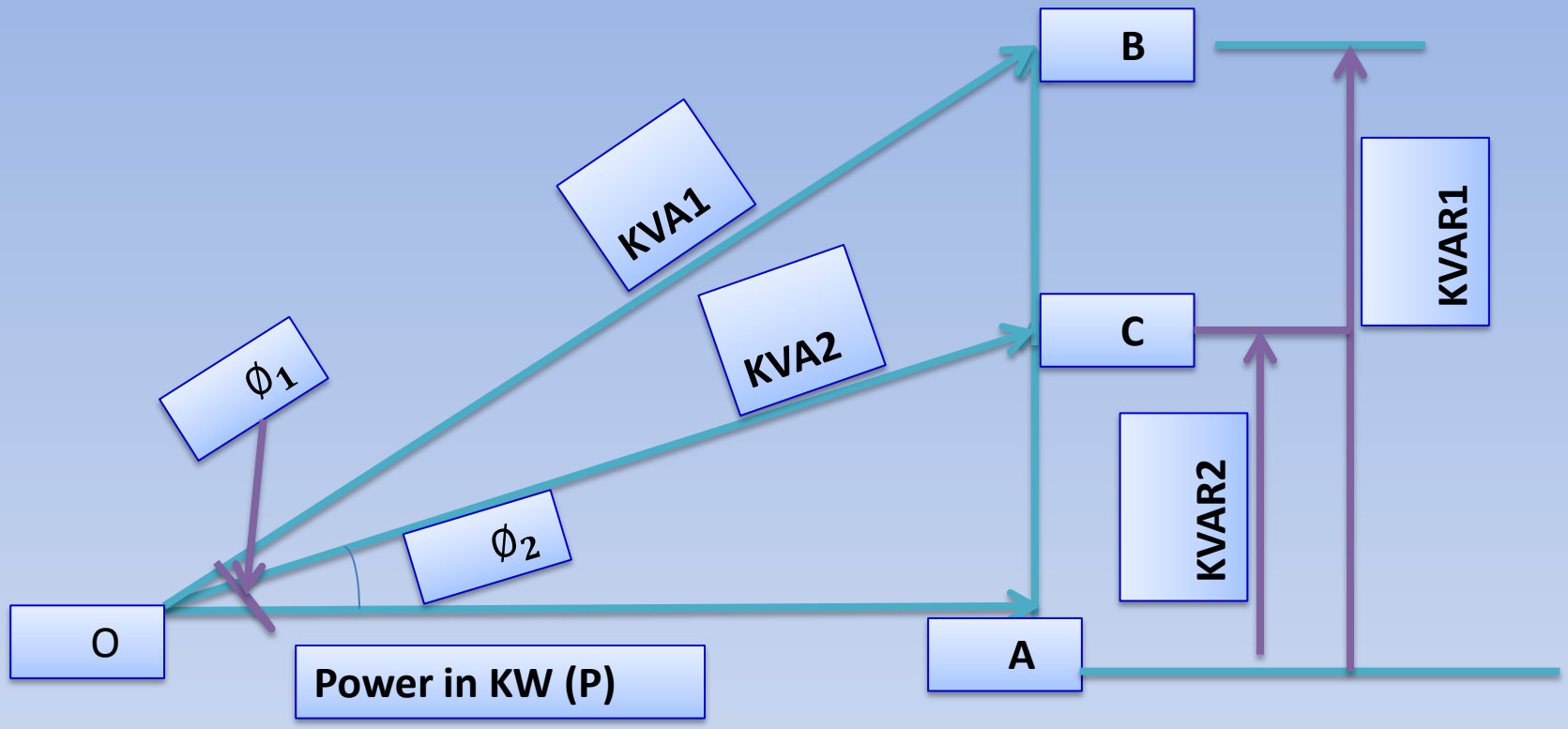
৫। সিনক্রোনাস কন্ডেন্সার ঃ যখন একটি ওভার এক্সাইটেড সিনক্রোনাস মোটরকে লোডবিহীন অবস্থায় চালনা করা হয়,তখন ক্যাপাসিটরের ন্যায় এটি লাইন থেকে লিডিং কারেন্ট নেয়। এ ধরনের ওভার এক্সাইটেড সিনক্রোনাস মোটরকে সিনক্রোনাস কন্ডেন্সার বলে।

প্রশ্নঃ সর্বাপেক্ষা অধিক সাশ্রয়ী পাওয়ার ফ্যাক্টরের সমীকরনটি নির্ণয় কর।

অথবা দেখাও যে, $\cos \emptyset_2 = \sqrt{1 - \left(\frac{y}{x}\right)^2}$ ।

উত্তর ঃ পাওয়ার ফ্যাক্টরকে যে মানে উন্নত করলে বাৎসরিক সর্বোচ্চ সাশ্রয় ঘটে,উক্ত পাওয়ার ফ্যাক্টরকে সর্বোচ্চ সাশ্রয়ী পাওয়ার ফ্যাক্টর বলে।

প্রমাণঃ মনেকরি, একজন গ্রাহক $\cos \emptyset_1$ পাওয়ার ফ্যাক্টরে P KW পিক লোড গ্রহন করছে এবং সর্বোচ্চ চাহিদার জন্য তার বাৎসরিক চার্জ ধার্য করা হয়েছে প্রতি কেভিএতে TK X . পাওয়ার ফ্যাক্টরকে উন্নত করে $\cos \emptyset_2$ করা হল। পাওয়ার শুদ্ধকরনের জন্য বাৎসরিক ব্যয় প্রতি কিলোভারএ TK y. হলে পাওয়ার ট্রাইএঙ্গেল থেকে পাই,



KVA1= $\frac{p}{\cos \emptyset_1}$ = Psec $\emptyset_1$, KVA2= P$sec\ \emptyset_2$

Economical Maximum demand Charge in a year

= Tk.X(KVA1-KVA2)=Tk XP($sec\ \emptyset_1$ - $sec\ \emptyset_2$) .... (1)

KVAR এর হিসাবঃ

KVAR1= Ptan $\emptyset_1$, KVAR2= Ptan $\emptyset_2$

পাওয়ার ফ্যাক্টর কারেকশন ইকুইপমেন্ট কর্তৃক সরবরাহকৃত লিডিং

KVAR = KVAR1- KVAR2

= p($tan\,\emptyset_1$- $tan\,\emptyset_2$)

অতএব পাওয়ার ফ্যাক্টর কারেকশন ইকুইপমেন্টর জন্য বার্ষরিক খরচ =

TK. Py($tan\,\emptyset_1$- $tan\,\emptyset_2$) . . . . (2)

অতএব নেট বার্ষিক সাশ্রয় **S = Tk XP($sec\,\emptyset_1$ - $sec\,\emptyset_2$) - TK. Py($tan\,\emptyset_1$- $tan\,\emptyset_2$) . . . . . .(3)**

উপরোক্ত সমীকরনে কেবলমাত্র $\emptyset_2$ পরিবর্তনশীল। অতএব নেট বার্ষিক সাশয়ী হবে $\frac{ds}{d\emptyset_2}$= ০

$$\frac{ds}{d\emptyset_2} = \text{yp}sec\,\emptyset_2{}^2\text{-Xp}sec\,\emptyset_2 = 0$$

অতএব $\cos\emptyset_2 = \sqrt{1 - (\frac{y}{x})^2}$

সমস্যা নং ১ঃ একটি শিল্প প্রতিষ্ঠানে তিনফেজ ৪০০ ভোল্ট ১৫০০ কিলোওয়াট, ০.৬ ল্যাগিং পাওয়ার ফ্যাক্টরের লোড আছে। এ প্রতিষ্ঠানে স্টার পদ্ধতিতে ক্যাপাসিটর ব্যাংক ব্যবহার করে পাওয়ার ফ্যাক্টরের মান ০.৮ ল্যাগিং এ উন্নত করতে ক্যাপাসিটরের মান নির্ণয় কর। একই নিয়মে হবে সমস্যা নং ৩,৪ ।

দেওয়া আছেঃ

P = 1500 Kw V = 400 volt ,

$\cos \emptyset_1$ = 0.6 , $\emptyset_1 = cos^{-1}(0.6) = 53.13^\circ$

$cos \emptyset_2$ = 0.8 , $\emptyset_2 = cos^{-1}(0.8) = 36.86^\circ$

সমাধানঃ

KVAR = 1500(tan 53.13- tan 36.86)

= 875.39 kVAR

ক্যাপাসিটর VAR/ph = $\frac{875.39 \text{ kVAR}}{3}$ = 291.67 KVAR

স্টার সংযোগের জন্য $V_p = \frac{400}{\sqrt{3}}$ = 230.94 V

VAR/PH = Vplc = $V_p{}^2 \omega c$

Therefore, C = $\frac{VAR/ph}{V_p{}^2 \omega}$

অধ্যায় ৩
ওভারহেড লাইন সাপোর্ট

ওভারহেড লাইনের মুলউপাংশসমুহের নামঃ

১। সাপোর্টঃ পোল বা টাওয়ার এর উচ্চতা নির্ভর করে লাইনের কার্যকারী ভোল্টেজের উপর ।

২। ক্রসআর্ম ও ক্ল্যাম্পঃ স্টীরের এঙ্গেল সেকশন যা কাঠের তৈরী।

৩। ইনসুলেটরঃ চীনামাটি বা গ্লাস নির্মিত।

৪। কন্ডাক্টরঃ

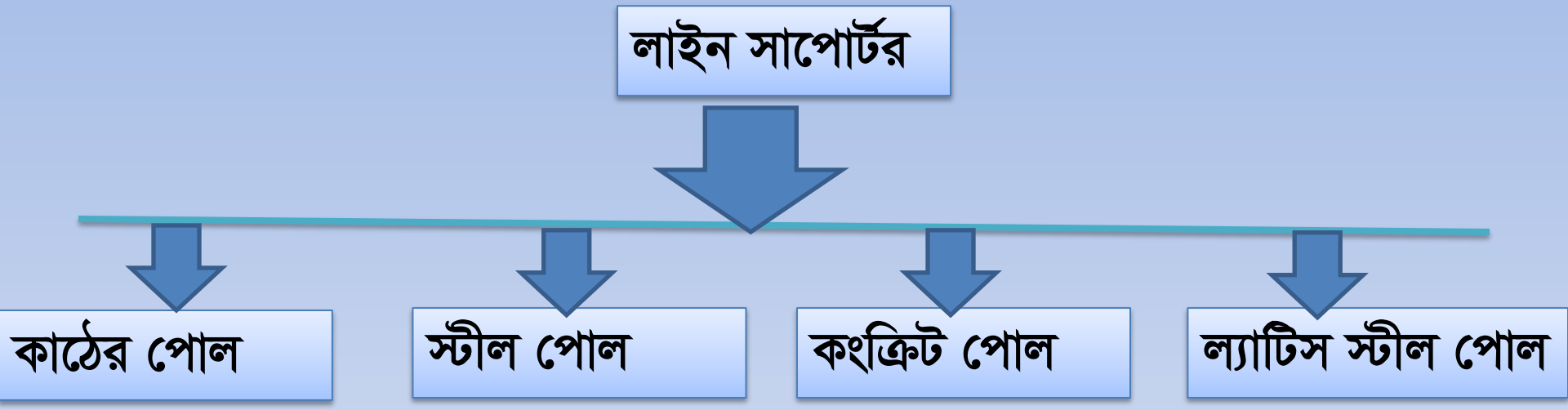
৫। গাইস্টেঃ

৬। লাইটিনিং এরেস্টারঃ

৭। ফিউজ বা আইসোলেটিং সুইচঃ

৮। গার্ড ওয়্যারঃ

লাইন সাপোর্টের প্রকারভেদঃ



প্রশ্নঃ এইচ টাইপপোল কোথায় ব্যবহৃত হয়?

প্রশ্নঃ ড্যাম্পার ও জাম্পার এর মাঝে পার্থক্য কী?

প্রশ্নঃ কোন ধরনের পোলে টানা ব্যবহার করা হয়?

প্রশ্নঃ সিঙ্গেল সার্কিট ও ডাবল সার্কিট বলতে কি বুঝায়? এদের মাঝ তুলনা কর।

অধ্যায়- ৪
পরিবাহী এবং পরিবাহি পদার্থ

৪.১ ওভারহেড ট্রান্সমিশন ও ডিস্ট্রিবিউশন লাইনে ব্যবহৃত বিভিন্ন ধরনের কন্ডাক্টর ঃ

১। কপার

২। এ্যালুমিনিয়াম

৩। স্টীল কোরড এ্যালুমিনিয়াম।(এ.সি.এস.আর)

৪। গ্যালভানাইজড স্টীল কন্ডাক্টর।

১। কপারঃ উচ্চ টান সহন ক্ষমতা ও বৈদ্যুতিক পরিবাহীতার কারনে হার্ডড্রন স্ট্রান্ডেড কপার উৎকৃষ্ট পরিবাহী হিসাবে বিবেচিত হয়েছে। এর দুইটি সুবিধা রয়েছে ,

১। ইহার কারেন্ট ডেনসিটি বেশী হওয়ার কারনে চিকন তারের প্রয়োজন হয়,

২। ইহার কন্ডাক্টর সারফেসে বাতাসের চাপ কম পড়ে।

২। এ্যালুমিনিয়াম ঃ কপারের তুলনায় এ্যালুমিনিয়াম দামে সস্তা এবং ওজনে হালকা।কন্ডাক্টিভি কপারের তুলনায় অনেক কম। ইহার তার তুলনামুলক মোটা হয় , ফলে বাতাসের চাপ বেশি পড়ে।

৩। স্টীল কোরড এ্যালুমিনিয়াম।(এ.সি.এস.আর)ঃ **Aluminium conductor steel Re-inforcedment** নামে পরিচিত। এ্যালুমিনিয়ারে টেনসাইল স্ট্রেংথ কম হওয়ায় স্যাগ বৃদ্ধি পায়। তাই বেশি স্প্যান পরিবাহি লাইনের জন্য এলুমিনিয়াম মোটেই উপযোগি নহে। এ জন্য এর টেনসাইল স্ট্রেংথ বাড়ানোর জন্য এর কোর ম্যাটেরিয়াল হিসাবে গ্যালভানাইজড স্টীল ওয়্যার ব্যবহার করা হয়। ইহাকে দীর্ঘ স্প্যান পরিবহী লাইনে ব্যবহার করা হয়।

প্রশ্নঃ ওভারহেড লাইনের জন্য সাধারনত কি কি কন্ডাক্টর ব্যবহৃত হয়?

প্রশ্নঃ ACSR বলতে কি বুঝায়?

প্রশ্নঃ হাই ট্রান্সমিশন লাইনে পরিবাহি হিসাবে এ্যালুমিনিয়াম তার ব্যবহার করা হয় কেন?

প্রশ্নঃ হাই ট্রান্সমিশন লাইনে এ.সি.এস.আর ব্যবহার করা হয় কেন?

প্রশ্নঃ এ.সি.এস.আর এর বৈশিষ্ট্য লিখ।

প্রশ্ন ঃ ইচ্চ চাপের ট্রান্সমিশন লাইনে এ.সি.এস.আর ব্যবহার করা হয় কেন?

অধ্যায়-৫
লাইন ইনসুলটর ও তাদের বৈশিষ্ট্যসমূহ

৫.১ বিভিন্ন ধরনের ইনসুলেটর

১। পিন ইনসুলেটর

২। সাসপেনসন ইনসুলেটর

৩। স্ট্রেইন ইনসুলেটর

৪। শ্যাকল ইনসুলেটর

৫। পোষ্ট ইনসুলেটর

৬। গাই- ইনসুলেটর

ইনসুলেটর এর উপাদানসমূহঃ

১। চীনামাটি

২। গ্লাস

৩। স্টিটাইট

৪। পাইরেক্স

চীনামাটির ইনসুলেটর ঃ

বহল ব্যবহৃত এই ইনসুলেটর চাইনা ক্লের সহিত প্লাস্টিক কেরলিন, ফেলসপার ও কোয়ার্টজ পাওডার মিশিয়ে একটি নিয়ন্ত্রিত তাপমাত্রায় তৈরী করা হয়। কম তাপে এ ধরনের ইনসুলেটর তৈরী করলে তার যান্ত্রিক গুণাগুণ বৃদ্ধি পায়। এই টাইপ ইনসুলেটরের ডাইইলেকট্রিক স্ট্রেংথ ৬০ কেভি/সেমি।

গ্লাস ইনসুলেটরঃ গ্লাস ইনসুলেটর চীনামাটির ইনসুলেটর অপেক্ষা দামে সস্তা। প্রয়োজনীয় তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ ও প্রলেপের মাধ্যমে এর দৃঢ়তা, ডাই-ইলেকট্রিক স্ট্রেংথ ও আপেক্ষিক রোধ বাড়ানো যায়। তবে ইহার চাপ সহন ক্ষমতা বেশী।

স্টিটাইট ইনসুলেটরঃ ম্যাগনেসিয়াম সিলিকেটের সহিত বিভিন্ন অনুপাতে ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড ও সিলিকা মিশ্রিত হয়ে প্রকৃতিইগতভাবে স্টিটাইটের উৎপত্তি হয়।

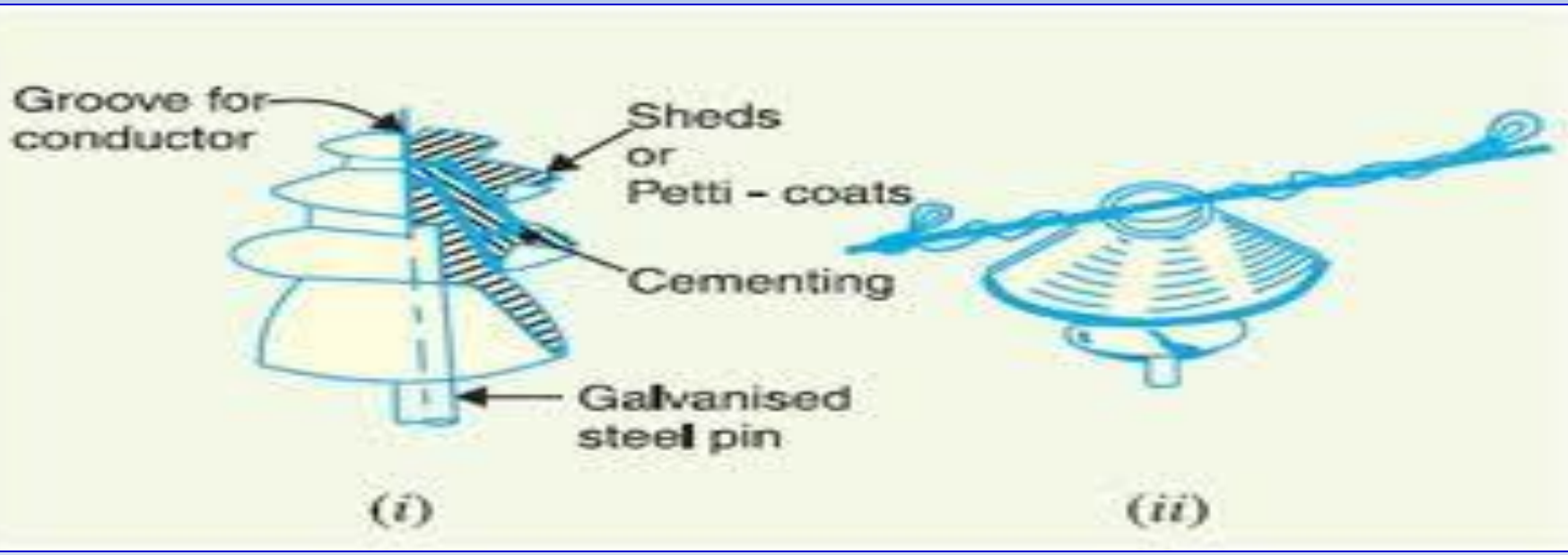
পাইরেক্সঃ বিশেষ প্রক্রিয়ায় প্রস্তুতকৃত পাইরেক্স এক প্রকার কাচঁ, যা ইনসুলেটিং মেটিরিয়াল হিসাবে ব্যবহৃত হয়।
এর ডাই-ইলেকট্রিক স্ট্রেংথ কম হওয়ায় এগুলো সাধারনত ১১ কেভির উপরে ব্যবহার করা যায়না।

৫.৩ ইনসুলেটর মেটিরিয়ালের গণাগুণঃ

১। তারের টান ও ওজন সইবারমত যথেষ্ট মজবুত হওয়া দরকার।
২। উচ্চ ডাই-ইলেকট্রিক স্ট্রেংথ প্রদানের জন্য এর রিলেটিভ পারমিটিভিটি বেশি থাকতে হবে।
৩। লিকেজ কারেন্ট প্রতিহত করতে এর রেজিস্ট্যান্স বেশি থাকতে হবে।
৪। পাংচার ভোল্টেজ ফ্লাস ওভার ভোল্টেজ রেশিও সম্ভাব্য বেশি থাকতে হবে।

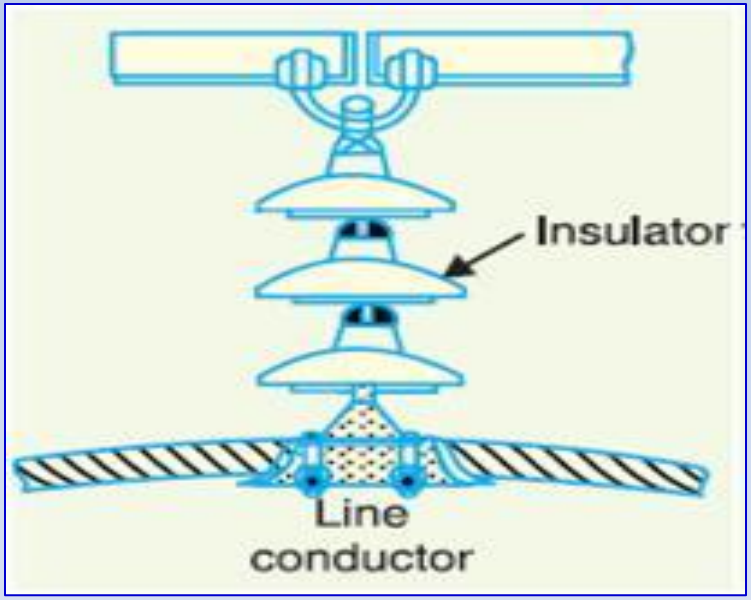
৫.৫ পিনটাইপ ইনসুলেটরের বর্ণনাঃ

নিম্নচাপের লাইনে ট্যানজেন্ট ও অল্প বিচ্যুতিকোণের এ্যাঙ্গেলে পোলগুলোতে পিনটাইপ ইনসুলেটর ব্যবহার করা হয়। এটি চিনামাটির ও নরম ইস্পাতের সমন্বয়ে গঠিত। এই ইনসুলেটরের সেলগুলো ১১ কেভির উপযোগী করে তৈরী করা হয়। সর্বোচ্চ ৩৩ কেভির লাইনে পিন ইনসুলেটর ব্যবহৃত হয়।



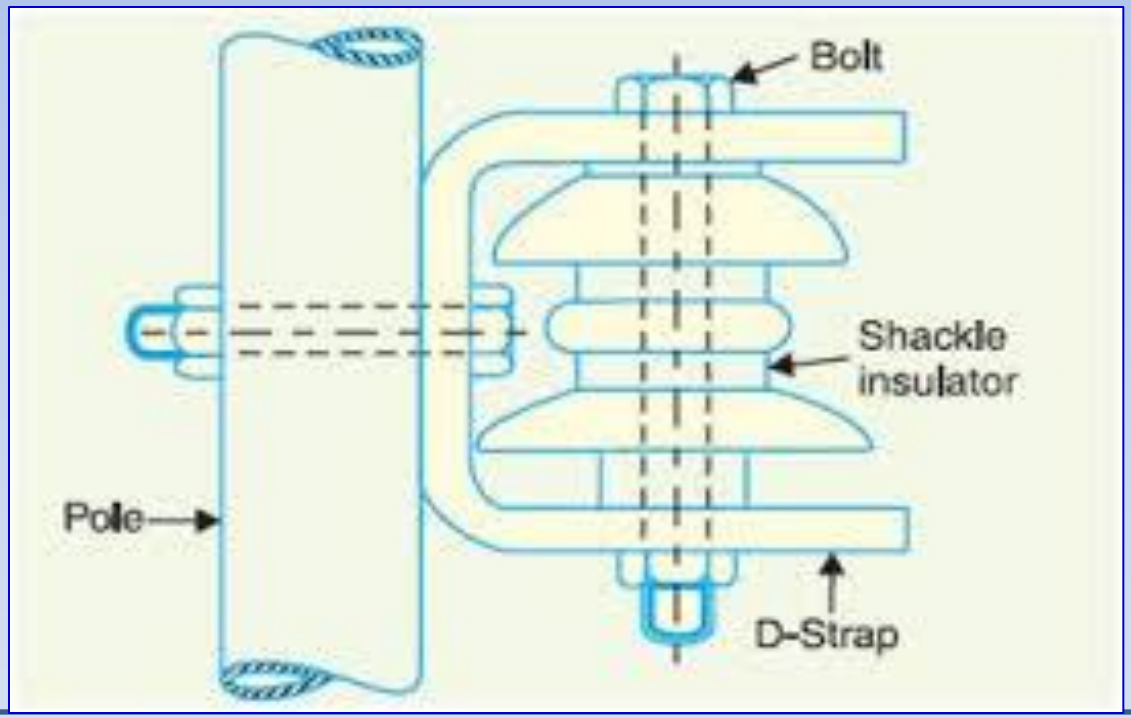
সাসপেনশন টাইপ ইনসুলেটরঃ

লাইনের ভোল্টেজ ৩৩ কেভির অধিক হলে লাইনে একাধিক ডিস্ক সম্বলিত সাসপেনশন ইনসুলেটর ব্যবহার করতে হয়। প্রতিটি ডিস্ক ১১ কেভির জন্য তৈরী করা হয়। লিংক ক্লিপ, চকচকে চিনামাটির ডিস্ক মেটাল ক্যাপ ইত্যাদির সম্বয়ে গঠিত ইনসুলেটর ২৩০ কেভি লাইনে ব্যবহৃত হয়।

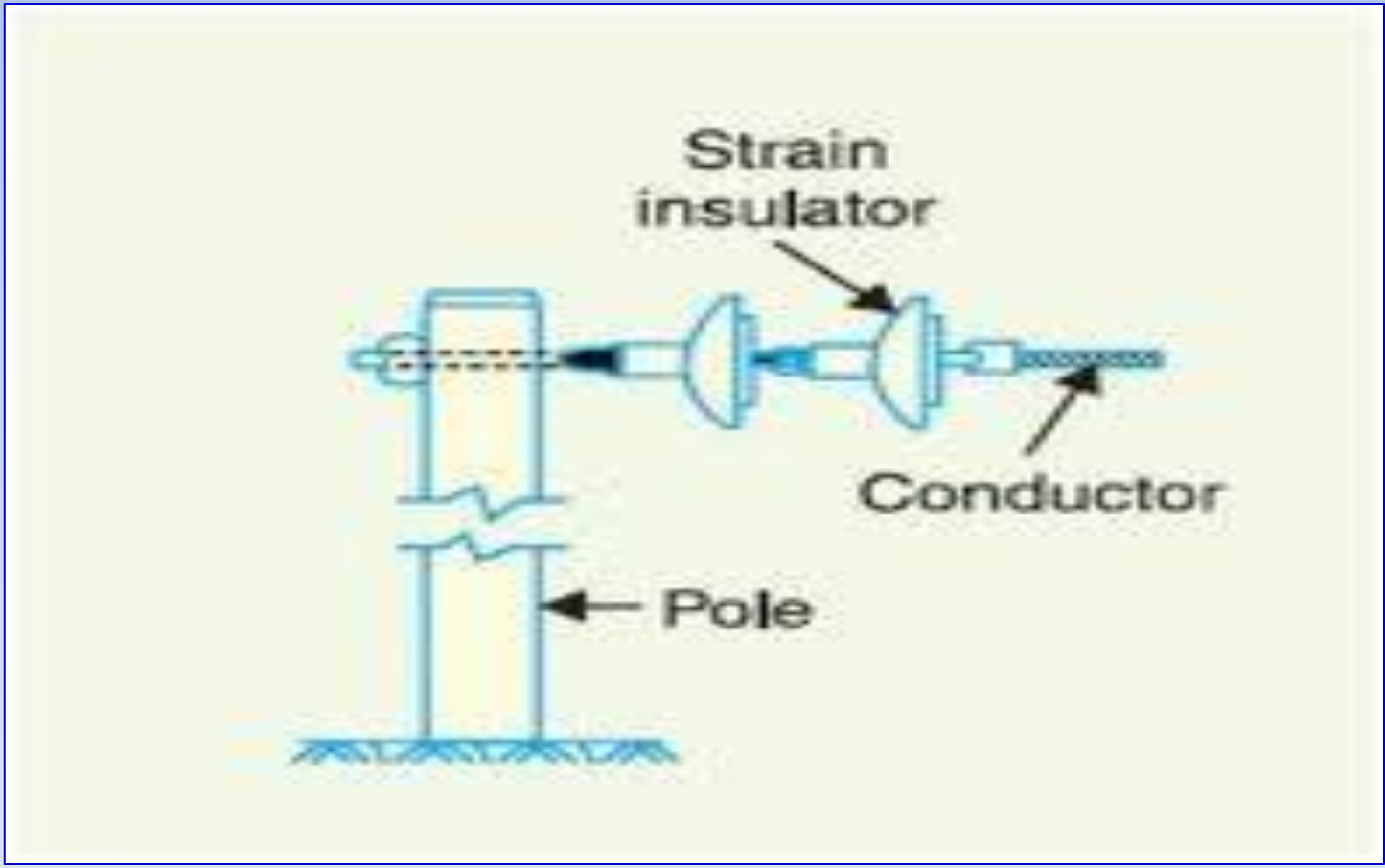


প্রশ্নঃ সাসপেনটাইপ ও পিনটাইপ ইনসুলেটরের মধ্যে পার্থক্য লিখ।

শ্যাকল ইনসুলেটরঃ শ্যাকল বা স্পুল টাইপ ইনসুলেটর এলটি ৪০০/২৩০ ভোল্ট লাইনের টার্মিনালে বেশি বিচ্যুতি কোনের এ্যাঙ্গেলে ও সেকশন পোলে ব্যবহৃত হয়।



স্ট্রেইন ইনসুলেটরঃ উচ্চ চাপ লাইনে, টার্মিনাল, সেকশন এবং কৌণিক পোল টাওয়ারে যেখানে রেল ক্রসিং ,হাইওয়ে ও বেশি টানের ক্ষেত্রে এই ইনসুলেটর ব্যবহার করা হয়।

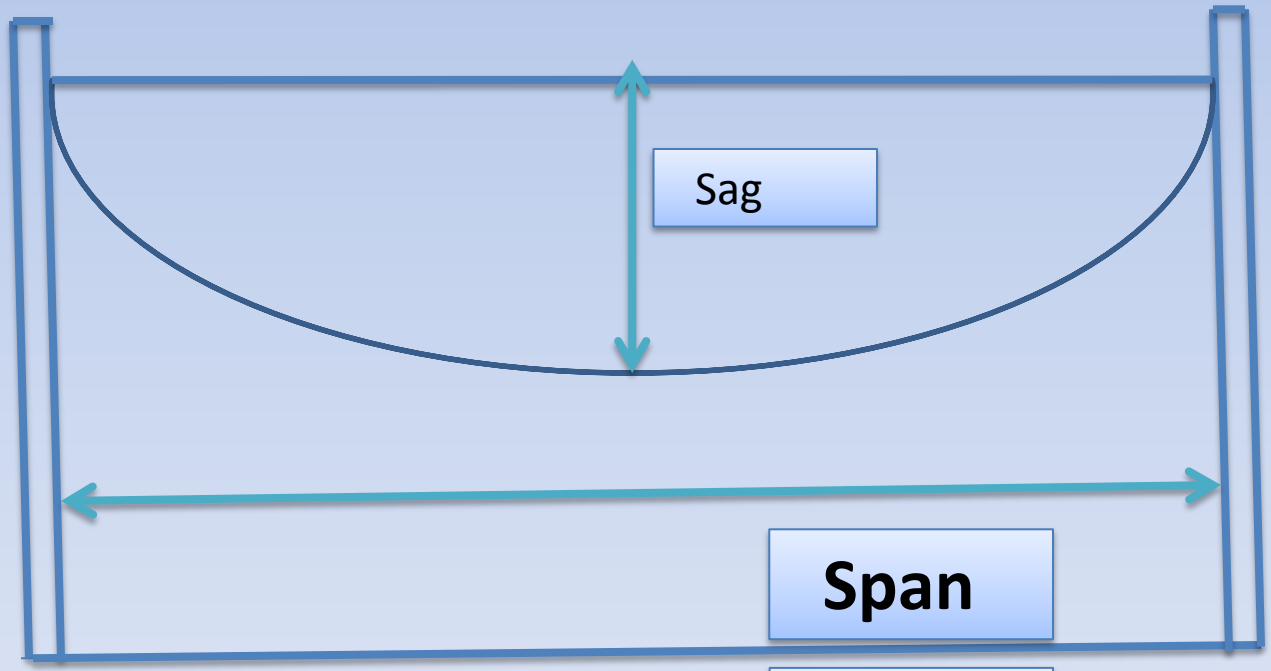


পোষ্ট ইনসুলেটরঃ আউটডোর সাব-স্টেশনে এইচ টি বাস বার, ডিসকানেক্টিং সুইচ ইত্যাদির সাপোর্টিং হিসাবে পোষ্ট ইনসুলেটর ব্যবহৃত হয়।

গাই- ইনসুলেটরঃ চীনামাটির তৈরী এই ইনসুলেটর ওভারহেড লাইনের গাই বা স্টে-তারে ব্যবহৃত হয়।

অধ্যায়- ৬
স্যাগের প্রভাব

৬.১ পরিবহন লাইনে স্যাগঃ দুইটি পোলের মধ্যে তার টাঙ্গানো হলে তারটি কিছুটা ঝুলে পড়ে। পোল দুইটি যে বিন্দুতে ঝুলানো হয়েছে সেই বিন্দুদ্বয় দিয়ে কাল্পনিক রেখা টানলে , উক্ত রেখা থেকে সর্বোচ্চ ঝুলানো বিন্দু পর্যন্ত দুরত্বকে স্যাগ বলে।



চিত্রঃ ৬.১

৬.২ স্যাগের উপর প্রভাব বিস্তারকারী বিষয়সমুহঃ

স্যাগ ক্যালকুলেশনের জন্য সর্বপরিচিত ফর্মুলা হচ্ছে $d=\frac{WL^2}{8T}$

১। পরিবাহির ওজনঃ স্যাগের উপর সরাসরি প্রভাব পড়ে। তারের ওজন যত বেশী হবে স্যাগ তত বেশী হবে।

২। স্প্যানের দৈর্ঘ্যঃ দৈর্ঘ্য যত বেশী হবে স্যাগ তত বেশী হবে।

৩। কার্যকরী টেনসাইল স্ট্রেংথঃ স্যাগ টেনসাইল স্ট্রেংথ এর ব্যস্তানুপাতিক।

৫। তাপমাত্রাঃ তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে সব ধাতব পদার্থ প্রসারিত হয় ,তাই তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে পরিবাহি তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির সাথে সাথে স্যাগ বৃদ্ধি পায়।

*স্যাগের আনুমানিক হিসাবঃ (প্রশ্নঃ দেখাও যে সমউচ্চতায় দুটি পোলের মাঝে পরিবাহির ঝুল $S = \frac{wl^2}{8T}$)

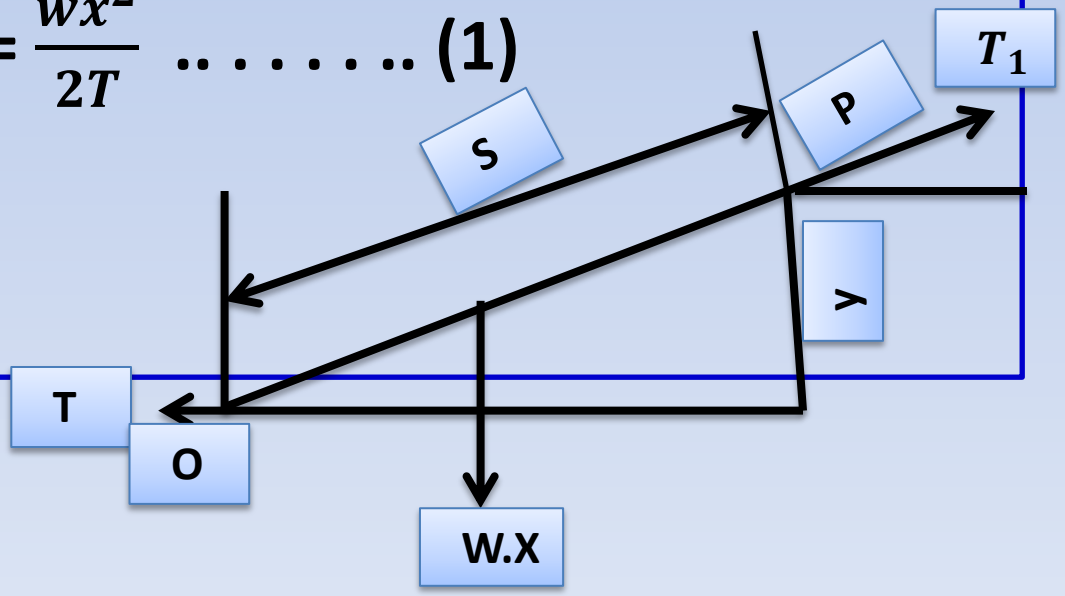
নিম্নের চিত্র অনুযায়ী , OP অংশে ক্রিয়াশীল দুইটি বাহ্যিক বলু

১। একটি টেনশন T এবং অপরটি ২। OP অংশের তারের ওজন W.X , যা O বিন্দু হতে $\frac{X}{2}$ দুরত্বে উলম্ব নীচের দিকে ক্রিয়ারত। সুতরাং এই দুই বলের জন্য P বিন্দুতে মোমেন্ট নিলে,

Ty = W.X. $\frac{X}{2} = \frac{wx^2}{2}$, so y = $\frac{wx^2}{2T}$ ..... (1)

But Y=S , X= L= $\frac{l}{2}$

So sag(S) = $\frac{wl^2}{8T}$



৬.৫ স্যাগের হিসাব (যখন পরিবাহির উপর কেবল ঝড়ের প্রভাব কাজ করে)ঃ

মনেকরি , তারের ব্যাস = D m এবং প্রতিমিটার তারের মোট ওজন = W kg.

প্রতিমিটার তারের নিজস্ব ওজন = W_c kg

প্রতিমিটার তারের বহিস্থ ক্ষেত্রফলের উপর বাতাসের আনুভূমিক চাপ =W_w kg/M^2

W_w= প্রতিমিটার তারের প্রজেক্টেড এরিয়া মাল্টিপ্লাই প্রতিবর্গমিটারে বাতাসের চাপ।

অতএব , W= $\sqrt{{W_c}^2 + {W_w}^2}$

যদি স্প্যান l হয় , তবে সর্বোচ্চ ঝুল হবে sag(S) = $\frac{wl^2}{8T}$

উলম্ব স্যাগ হবে = $S\cos\theta$

স্যাগের হিসাব যখন পরিবাহির উপর বরফ ও ঝড় একই সঙ্গে ক্রিয়া করেঃ

প্রতি একক দৈর্ঘ্যে টোটাল কন্ডাক্টরের ওয়েট, $W_t = \sqrt{((W + w_i^2) + (W_w)^2}$

W = Weight of conductor per unit length

= conductor material density × volume per unit length

তারের ব্যাস = **d metre** এবং বরফের থিকনেস = **t m** হয়

তাহলে বরফ পড়ার পর তারের সর্বমোট ব্যাস =**(d+2t) metre**

প্রতি মিটার তারের প্রজেক্টেড এরিয়া =**[(d+2t)X 1]** m^2

বরফসহ তারের সর্বমোট ক্ষেত্রফল = $[\frac{\pi}{4}(d + 2t)^2]\, m^2$

তারের ক্ষেত্রফল = $\frac{\pi}{4} d^2$

অতএব বরফের মোট ক্ষেত্রফল = $\frac{\pi}{4}[(d + 2t)^2 - d^2]\, m^2$

বরফের আয়তন = $\frac{\pi}{4}[(d + 2t)^2 - d^2] \times 1m^3$

W_i = Weight of ice per unit length

= density of ice ×volume of ice per unit length

= density of ice $\times \frac{\pi}{4}[(d+2t)^2 - d^2] \times 1$

= density of ice$\times \pi t(d+t)$,

W_w= wind pressure × projected area

sag(S) = $\frac{Wl^2}{8T}$, T= $\frac{breaking\ stress \times area}{safety\ factor}$

উলম্ব স্যাগ হবে = $S\cos\theta$

সমস্যাবলীঃ

১। ৩০ মিটার উচ্চতা বিশিষ্ট্য সমউচ্চতার দুই টাওয়ারের মধ্যেবর্তী আনুভূমিক দুরত্ব ২৫০ মিটার। পরিবাহির প্রস্থচ্ছেদ ১.২৪ বর্গসেন্টিমিটার, ওজন ১১৭০ কেজি/কি.মি এবং ব্রেকিং স্ট্রেংথ ৪২১৮ কেজি/ বর্গসে,মি। যদি সেফটি ফ্যাক্টর ৫ হয়, মধ্যেবিন্দুতে পরিবাহি ভূমি থেকে কত উপরে থাকবে?

দেওয়া আছেঃ

W_c/m= 1.170 কেজি , l= 250 মিটার , ব্রেকিং স্ট্রেংথ =4218 কেজি/ব.সেন্টিমিটার, h= 30 মিটার ,

A = 1.24 ব.সেন্টিমিটার , গ্রাউন্ড ক্লিয়ারেন্স = ?

সমাধানঃ

T = $\frac{4218\times1.24}{5}$ =1046 কেজি , আনভূমিক স্যাগ = $\frac{1.17\times250^2}{8\times1046}$ = 8.73 m

Vertical sag = 8.73 m [Wc=W]

So ground clearance = 30-8.73= 21.27 m

অধ্যায় ৭
ট্রান্সমিসন/ডিস্ট্রিবিউশন লাইন জরিপ

ট্রান্সমিসন/ডিস্ট্রিবিউশন লাইন জরিপের জন্য প্রয়োজনীয় সার্ভে ইন্সট্রুমেন্টের তালিকাঃ

১।চেইন

২।তির

৩।কাঠের গজা

৪।রেঞ্জিন রড

৫।মেজারিং টেপ।

রেঞ্জিং রডের কাজ কি?

Ans.কোন লাইনকে প্রসারিত করার কাজে কিংবা কোন স্টেশনকে ভালভাবে চিহ্নিত করার কাজে ব্যবহৃত হয়।

থিওডোলাইটের ত্রুটিসমুহ কি কি?

- ইন্সট্রুমেন্ট সংস্থাপনে ত্রুটি
- ইন্সট্রুমেন্ট সমতলকরনে ত্রুটি
- প্যারালাক্স ত্রুটি।

প্রশ্নঃলেভেলিং কাকে বলে?

যে কলাকৈশেল বা প্রক্রিয়ার মাধ্যমে ভু-পৃষ্ঠে বিভিন্ন বস্তু বা বিন্দুর,আপেক্ষিক অবস্থান,উচ্চতা,গভিরতা ইত্যাদি নির্নয়ের কলা কৌশল ও প্রক্রিয়া আলচনা করা হয়,সে শাখাকে লেভেলিং বলে।

থিওডলাইট দিয়ে কি কি কাজ করা যায়?

১.স্যাগ নির্নয়ের কাজে

২.আনুভূমিক কোণ মাপার জন্য

৩.উলম্ব কোণ মাপার জন্য

৪.দূরের বস্তু দেখার জন্য

৫.লেভেলিং এর কাজে

৬.কোন রেখার উপর বিন্দু স্থাপন,জরিপ রেখার প্রসারণ,উচ্চতার তারতম্য নির্নয়ের ক্ষেত্রে।

অধ্যায় ৮

VOLTAGE DISTRUBUTION OF SUSPENSION INSULATOR

স্ট্রিং দক্ষতা কি?

$$\%\eta = \frac{Total\ voltage\ acrose\ the\ disc}{N \times Vltage\ acrose\ the\ disc\ nearest\ to\ the\ Conductor} \times ১০০$$

দেখাও যে তিন ইউনিট বিশিষ্ট ইনসুলেটরের ক্ষেত্রে , $V_3 = V_1(1+3K+K^2)$?

মনে করি শান্ট ও মিউচুয়াল ক্যাপাসিটেন্স এর অনুপাত,

$K=\frac{C_1}{C}$, C_1=KC

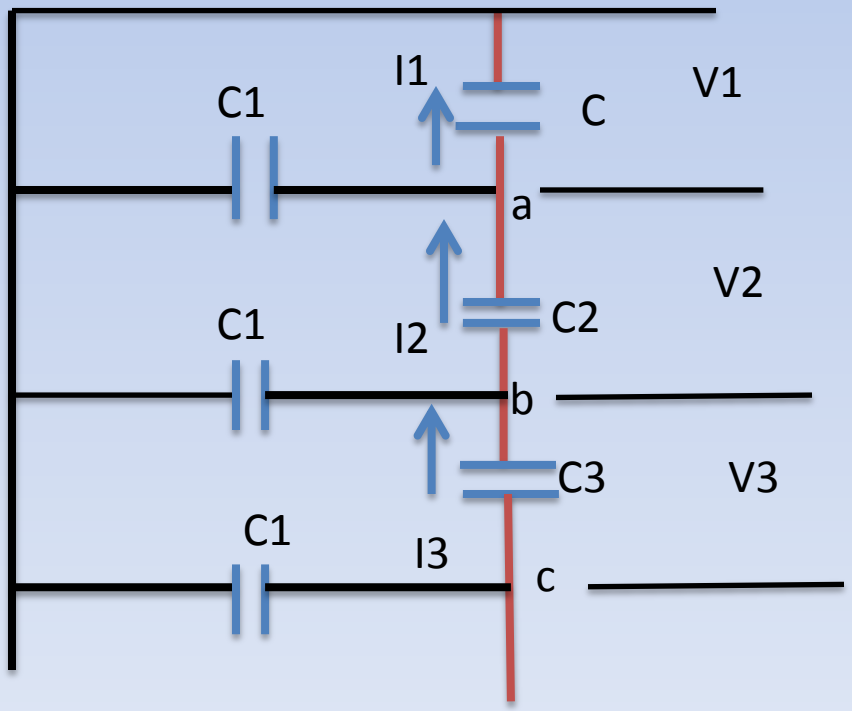
লাইনের ভোল্টেজগুলো V_1, V_2, V_3 এবং লাইন ও আর্থের মধ্যে ভোল্টেজ= V

A বিন্দুতে KCL প্রয়োগ করে

$I_2=I_1+I_a$

$\omega CV_2=\omega CV_1+\omega C_1V_1$

$V_2=V_1(1+K)$



bবিন্দুতে KCL প্রয়োগ করে

$I_3=I_2+I_b$

$\omega C V_3=\omega C V_2+\omega C k(V_1+V_2)$

$\omega C V_3=\omega C V_1(1+K)+\omega C V_1 K(1+K)+\omega C K V_1$

$=\omega C V_1(1+K+K^2+K+K)$

$=\omega C V_1(1+3K+K^2)$

$V_3=V_1(1+3K+K^2)$

গার্ড রিং পদ্ধতিঃ

এধরণের সংযোগে স্ট্রিং এর সকল ইউনিটে মিউচুয়াল ক্যাপাসিটেন্স এর মান সমান হয়।ফলে প্রত্তেক ইউনিটে একই পরিমাণ চার্জিং কারেন্ট প্রবাহিত হয়। চার ইউনিটের একটি ইন্সুলেটর স্ট্রিং বিবেচনা করি। ধরি প্রতি ইউনিটে মিউচুয়াল ক্যাপাসিটেন্স C এবং ভোল্টেজ V A বিন্দুতে বিবেচনা করি,

I+I_x=I+i_1

I_x=i_1

3ω$C_x V$=ωmCV

C_x=mC/3

অধ্যায় -০৯
করোনা সংঘটন

৯.১ ওভারহেড ট্রান্সমিশন লাইনে করোনা

দুটি কন্ডাক্টরের (যাদের স্পেসিং ব্যাসের তুলনায় বেশি) আড়াআড়িতে এসি সাপ্লাই প্রয়োগ পূর্বক ধীরে ধীরে বাড়ানো হলে এমন এক পর্যায় আসে, যখন ভোল্টেজ নির্দিষ্ট্য সীমা অতিক্রম করে, একে ক্রিটিকেল ডিসরাপটিভ ভোল্টেজ বলে।

এ সময় কন্ডাক্টরের চারপার্শ্বে বাতাস আয়োনাইজড হয় এবং কন্ডাক্টরের চারদিকে হিস হিস শব্দ করে একটি ঈষৎ অনুজ্জ্বল বেগুনী আভা ডিসচার্জ হতে দেখা যায়, একে করোনা ডিসচার্জ বলে। করোনা সংঘঠনের দরুন ক্ষতিকর ওৎন গ্যাস, পাওয়ার লস, এবং রেডিও ইন্টারফারেন্স উদ্ভব হয়।

করোনার তাত্ত্বিক বিশ্লেষণঃ বাতাসে কসমিক রশ্মি, অতিবেগুনী রশ্মির বিকিরণ এবং রেডিও অ্যাকটিভিটি উপস্থিতির কারনে সবর্দা বাতাস কিছু আয়োনিত হয়, কাজেই স্বাভাবিক অবস্থায় কন্ডাক্টরের চতুষ পার্শ্বত্ব আয়োনাইজড বায়ু কণা মুক্ত ইলেকট্রন পজিটিভ আয়ন ও নিউট্রাল মলিকিউল এর অস্তিত্ব অণুভব করা যায়। যখন কন্ডাক্টরদ্বয়ে ভোল্টেজ প্রয়োগ করা হয়,তখন বায়ু মাধ্যমে পটেনশিয়াল গ্রাডিয়েন্ট উৎপত্তি হয়। কন্ডাক্টর সারফেসে এর মান সর্বোচ্চ হয়।

এই পটেনশিয়াল গ্রাডিয়েন্ট এর জন্য ইলেকট্রন গতিপ্রাপ্ত হয়। আরোপিত ভোল্টেজ যত বেশী হবে,পটেনশিয়াল গ্রাডিয়েন্ট তত বেশী হবে এবং ইলেকট্রনএর গতিবেগ তত বেশী হবে্ । যখন পটেনশিয়াল গ্রাডিয়েন্ট এর মান যখন ৩০কেভি/সেমি হয় তখন মুক্ত ইলেকট্রনগুলো যথেষ্ট গতি শক্তি অর্জন করে । ফলে একটি নিউট্রাল মলেকিউলকে আঘাত করলে তা থেকে এক বা একাধিক ইলেকট্রন বিচ্ছিন্ন হয়ে যায়। এভাবে মুক্ত ইলেকট্রনের সংখ্যা বৃদ্ধি পেতে থাকে এবং নিউট্রাল মলেকিউলের সাথে নংঘর্ষ ঘটিয়ে নতুন আয়ন সৃষ্টি করে। এই প্রক্রিয়ায় চলতে থাকে এবং এভাবে করোনা সৃষ্টি হয়।

৯.২ করোনার প্রভাবঃ করোনার প্রভাবে লাইন তারের উপর যে সমস্ত ক্রিয়া প্রতিক্রিয়া হয়, তাহা নিম্নে প্রদত্ত হলঃ

১। কন্ডাক্টরের চারপার্শ্বে বেগুনী আভা পরিলক্ষিত হয়।

২। এটি হিসিং শব্দ উৎপন্ন করে।

৩। করোনার জন্য একটি নির্দিষ্ট্য পরিমান পাওয়ার অপচয় হয়।

৪। করোনার জন্য উদ্ভব ওজন গ্যাস লাইন তারের সহিত বিক্রিয়া করে ফলে তার ক্ষয়প্রাপ্ত হয়।

৫। করোনা হারমোনিক কারেন্ট সৃষ্টি করে।

৯.৩ করোনার উপর প্রভাব বিস্তারকারীসমুহঃ

১। আবহাওয়া মন্ডলঃ আবহাওয়ার পারিপার্শ্বিক অবস্থার উপর করোনা নির্ভরশীল। শিলাবৃষ্টির সময় কণাগুলো আয়নিত হয়, বিধায় এ সময় তুলনামুলক কম ভোল্টেজে করোনার উৎপত্তি হয়।

২। কন্ডাক্টর সাইজঃ কন্ডাক্টর সাইজ , আকৃতি এবং সারফেস কন্ডিশনের উপর নির্ভর করে করোনার উৎপত্তি হয়। অপেক্ষাকৃত মোটা তার হলে কম হয়।

৩। কন্ডাক্টরের পারস্পারিক ব্যবধানঃ কন্ডাক্টরের ব্যাস অপেক্ষা স্পেসিং কম হলে করোনা সংঘঠিত হয়। স্পেসিং বেশি হলে ইলেকট্রোস্টেটিক স্ট্রেস কমে যায় ফলে করোনা সংঘঠিত নাও ঘটতে পারে।

লাইন ভোল্টেজঃ লাইন ভোল্টেজ কম হলে করোনা সংঘঠিত হয়না।

করোনার সুবিধা ও অসুবিধাসমূহঃ

সুবিধাঃ ১। করোনার কারনে কন্ডাক্টরের চারপার্শ্বে বাতাস পরিবাহিতে পরিনিত হওয়ায় কন্ডাক্টরের ব্যাস আনুপাতিকহাওে বেড়ে যায়

২। এটি লাইটিনিং ও অন্যান্য কারনে সৃষ্ট ট্রানজিয়েন্টকে কমিয়ে আনে।

অসুবিধাঃ

১। করোনার কারনে পাওয়ার লস হয়, যা ট্রান্সমিশন দক্ষতাকে প্রভাবিত করে।

২। করোনার জন্য ওজন গ্যাসের সৃষ্টি হয়। ফলে ধাতব অংশের ক্ষয়প্রাপ্ত হয়।

৩। বাসবারের জন্য করোনা বিশেষ ক্ষতিকর।

৪। করোনা ডিসচার্জের জন্য বাসবার এলাকায় সুইচগিয়ারের অংশসমূহের ক্ষতি হয়।

ডিসরাপটিভ ক্রিটিক্যাল ভোল্টেজঃ সর্বনিম্ন যে ফেজ টু নিউট্রাল ভোল্টেজে করোনা সংঘঠিত হয় তাকে ডিসরাপটিভ ক্রিটিক্যাল ভোল্টেজ বলে। একে V_c দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

$$V_c = \frac{V}{r log_e \frac{D}{r}} \text{ Volt/cm}$$

ভিজুয়্যাল ক্রিটিক্যাল ভোল্টেজ ঃ

সর্বনিম্ন যে ফেজ টু নিউট্রাল ভোল্টেজে লাইন কন্ডাক্টরের চতুর্তিকে ঈষৎ আভা দৃশ্যমান হয়ে ওঠে, তাকে ভিজুয়্যাল ক্রিটিক্যাল ডিসরাপটিভ ভোল্টেজ বলে। এর মান ডিসরাপটিভ ক্রিটিক্যাল ভোল্টেজ অপেক্ষা বেশী।

$$V_v = m_v g_0 \delta_r \left(1 + \frac{0.3}{r\sqrt{\delta}}\right) log_e \frac{D}{r} \text{ KV/phase}$$

করোনা লস কমানোর উপায়ঃ

১। কন্ডাক্টর সাইজ বৃদ্ধি করে্ ।

২। কন্ডাক্টর স্পেসিং বৃদ্ধি করে্

অধ্যায় ১০

ERACTION OF POLES/TOWERS AND DRAWING OF OVERHEAD LINE CONDUCTOR

ট্রান্সমিসন/ডিস্ট্রিবিউশন লাইনে যেসকল পোল ব্যবহৃত হয় সেগুলো হলঃ

১.কাঠের পোল

২.স্টীল পোল

৩.কংক্রীট পোল

সেকশন পদ্ধতিঃ

সেকশন পদ্ধতিতে কতগুলো সুবিধা মত দৈঘ্যের টাওয়ারের প্যানেল সংযজন করে সম্পপুর্ন টাওয়ার তৈরি করা হয়।সুবিধা মত দৈঘের দুটি টাওয়ারের পাসাপাসি বসান হয়।গিন পোল দার করান হয়।প্যানালের মাথাই ষ্টীলের দরি বাধা হয়।

গিন পোল পদ্ধতি

- গিন পোল পদ্ধতিতে অল্প কয়েক জন লোকের দ্বারা বর ধরনের পোল গর্ত করে স্থাপন করা হয়। গিন পোলকে কতগুলো লাইন রসির সাহায্যে উল্লম্বভাবে খারা করা হয়।হুকে স্লিং দ্বারা পোলকে জরান হয়।যখন পোলটি বেশ উঁচুতে উঠে তখন পোলের গোঁড়াকে কাত করে গর্তের মধ্যে ঢুকানো হয়।

অধ্যায়-১১
লাইন পরিবাহির রেজিস্ট্যান্স

ট্রান্সমিশন লাইনের লাইন কনস্ট্যান্ডঃ

ট্রান্সমিশন লাইনের সমস্ত দৈর্ঘ্য বরাবর সর্বত্রকতেকগুলো ধ্রুবক সমভাবে বিস্তৃত থাকে , এই ধ্রুবকগুলোকে লাইন কনস্ট্যান্ড বলে।

ধ্রুবকগুলো হল ,

১। রেজিস্ট্যান্স

২। ইন্ডাকটেন্স

৩। ক্যাপাসিটেন্স

ট্রান্সমিশন লাইনের অনেক কার্যক্রম এই ধ্রুবকের উপর নির্ভর করে।

প্রশ্নঃ পরিবাহির রোধের সাধারণ সূত্রটি বিবৃত কর।

উত্তরঃ রেজিস্ট্যান্স পরিবাহির এক বিশেষ ধর্ম, যে ধর্মের জন্য কারেন্ট প্রবাহের পথে বাধা সৃষ্টি হয়। L দৈর্ঘ্যর একটি সুষম পরিবাহি তারের প্রস্থচ্ছেদ A, so $R=\frac{\rho L}{A}$ হবে।

প্রশ্ন ঃ লাইন কনস্ট্যান্ডস বলতে কি বুঝায়?

প্রশ্নঃ লাইন কনস্ট্যান্ড গুলোর নাম ও একক লিখ।

প্রশ্নঃ লুপরেজিস্ট্যান্স বলতে কি বুঝায়?

অধ্যায়-১২
ট্রান্সমিশন লাইনের স্কিন এফেক্ট

স্কিন এফেক্ট ও তার ব্যাখ্যাঃ

একটি কন্ডাক্টরের মধ্যে দিয়ে কারেন্ট প্রবাহের সময় কন্ডাক্টরের সারফেসের দিকে প্রবাহিত হতে চায় ,অল্টারনেটিং কারেন্ট এর এ প্রবণতাকে স্কিন ইফেক্ট বলে।

ব্যাখ্যাঃ স্কিন এফেক্টর কারনে লাইন তারের প্রস্থচ্ছেদ কমে যায়। ফলে অল্টারনেটিং কারেন্ট প্রবাহের সময় কন্ডাক্টর রেজিস্ট্যান্স কিছুটা বৃদ্ধি পায়। এর কারন একটি নিরেট পরিবাহি অসংখ্যা ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কণার সমষ্টি। যখন এধরনের পরিবাহিতে এসি সাপ্লাই প্রয়োগ করা হয়, তখন পরিবাহির কেন্দ্রস্থকণাগুলো বাইরের সারফেস অপেক্ষা অধিক সংখ্যাক ম্যাগনেটিক ফ্লাক্স দ্বারা পরিবেষ্টিত থাকে। তাই উক্ত কণাগুলোতে আবিষ্ট ভোল্টেজ ও রিয়াকটেন্স এর মান তুলনামুলক বেশি হয় । এই জন্য ভেতরের মধ্যে দিয়ে কারেন্ট না গিয়ে সারফেস দিয়ে যাওয়ার প্রবাণতা বেশী দেখা যায়।

স্কিন ইফেক্ট নিম্নোক্ত বিষয়গুলোর উপর নির্ভর করেঃ

১। **পরিবাহি পদার্থঃ** এর ধর্ম ও গুণাগুনের উপর ।

২। **তারের ব্যাসঃ** ব্যাস বৃদ্ধির সাথে সাথে স্কিন ইফেক্ট বৃদ্ধি পায়।

৩। **ফ্রিকুয়েন্সিঃ** উচ্চ ফ্রিকুয়েন্সিতে স্কিন ইফেক্ট বেশী হয।

৪। **তারের আকারঃ** সলিড কন্ডাক্টর অপেক্ষা স্ট্র্যান্ডেড তারের স্কিন ইফেক্ট কম। তারের ব্যাস **< 1cm** এবং ফ্রিকুয়েন্সি **<50HZ** হলে স্কিন ইফেক্ট কম হয়।

১। প্রক্সিমিটি ইফেক্ট কাকে বলে?

উত্তরঃ সমান্তরাল পরিবাহীদ্বয়ের কারেন্ট যদি পরস্পর বিপরীতমুখী হয়, তাহলে উভয় তারের নিকটবর্তী অংশে কারেন্ট ডেনসিটি বৃদ্ধি পায়। একমুখী হলে দুরববর্তী অংশে কারেন্ট ডেনসিটি বৃদ্ধি পায়, এ ধরনের ঘটঁনাকে প্রক্সিমিটি ইফেক্ট বলে।

প্রক্সিমিটি ইফেক্টের কারনে কি হয়?

প্রক্সিমিটি ইফেক্টের কারনে পরিবাহির কারেন্ট বিভাজন প্রভাবিত হয় এবং বিশেষ করে আন্ডারগ্রাউন্ড ক্যাবলের রেজিস্ট্যান্স বৃদ্ধি পায়।

THANK YOU

ALLAH Hafez