

WELCOME TO MY PRESENTATION

**SUB: TRANSMISSION AND DISTRIBUTION OF
ELECTRICAL POWER-2**

SUB CODE:66774(7TH ET)

**MD. Ariful Islam-2
Junior Instructor (electrical)
Sirajganj Polytechnic Institute.**

1st CHAPTER

মধ্যম পরিবহন লাইনের ধ্রুবকের প্রতিক্রিয়া

1.1 স্বল্প দৈর্ঘ্য, মধ্যম, ও দীর্ঘ পরিবহন লাইনঃ

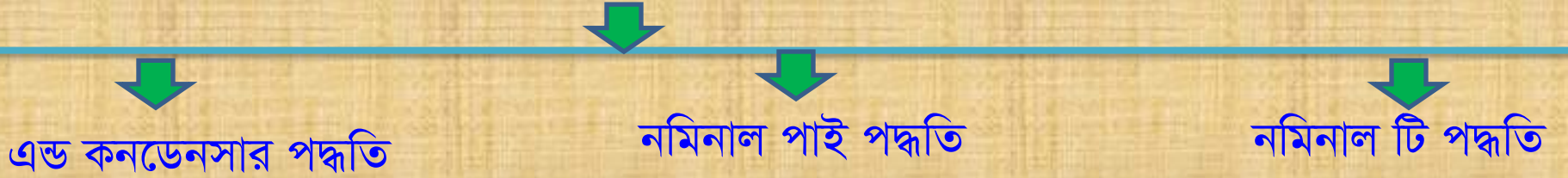
স্বল্প দৈর্ঘ্য পরিবহন লাইনঃ যখন কোন পরিবহন লাইনের দৈর্ঘ্য < ৮০ কিমি এবং পরিবহন ভোল্টেজ < ২০ কেভি হয়, তখন উক্ত লাইনকে স্বল্প দৈর্ঘ্য পরিবহন লাইন বলে।

মধ্যম পরিবহন লাইনঃ যখন কোন পরিবহন লাইনের দৈর্ঘ্য ৮০-২০০ কিমি এবং পরিবহন ভোল্টেজ ২০-১০০ কেভি হয়, তখন উক্ত লাইনকে মধ্যম পরিবহন লাইন বলে।

দীর্ঘ পরিবহন লাইনঃ যখন কোন পরিবহন লাইনের দৈর্ঘ্য >200 কিমি এবং পরিবহন ভোল্টেজ >100 কেভি হয়, তখন উক্ত লাইনকে দীর্ঘ পরিবহন লাইন বলে।

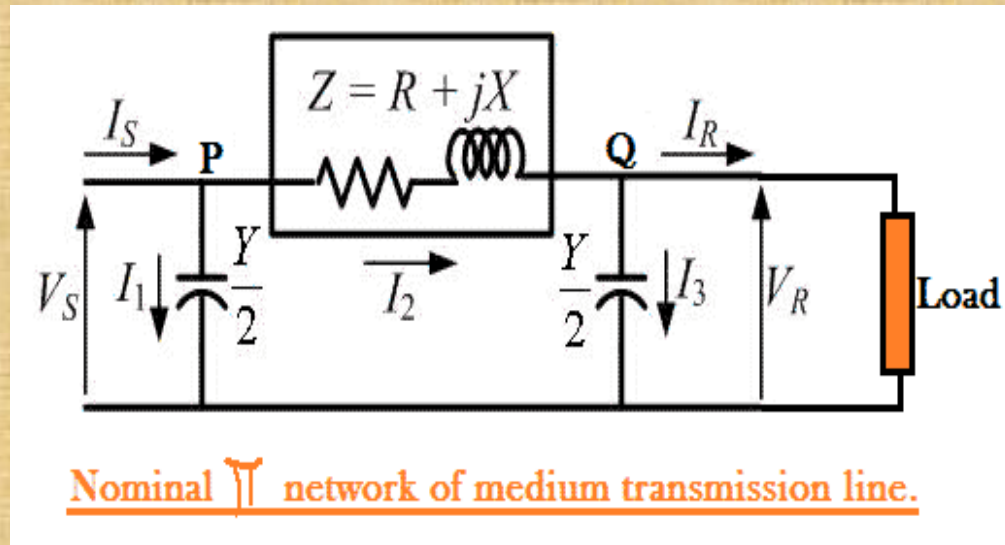
1.2 মধ্যম পরিবহন লাইনে লাইন কনস্ট্যান্টের প্রভাবঃ

মধ্যম পরিবহন লাইনের ধ্রুবকসমূহের মান নির্ণয়ের পদ্ধতিঃ



এন্ড কনডেনসার পদ্ধতিঃ এ পদ্ধতিতে লাইনের মোট ক্যাপাসিটেন্স লাইনের শেষ প্রান্তে স্তূপকৃত আছে বলে মনে করা হয়। এ ক্ষেত্রে ক্যাপাসিটেন্স লোড প্রান্তে নিউট্রালের সাথে প্যারাললে আর অন্য দুই ধ্রুবক যথাক্রমে রেজিস্ট্যান্স ও ইনডাকটিভ রিয়াকটেন্স লাইনের সাথে সিরিজে বিন্যাস থাকে।

নমিনাল পাই পদ্ধতিঃ এ পদ্ধতিতে লাইনের মোট ক্যাপাসিটেন্স সমান দুই ভাগে বিভক্ত হয়ে লাইনের গ্রহন ও প্রেরণ প্রান্তে কেন্দ্রভূত থাকে ও লাইনের মোট ইনডাকটেন্স , রেজিস্ট্যান্স লাইনের দৈর্ঘ্য বরাবর বিন্যাস্ত থাকে ।



নমিনাল টি পদ্ধতিঃ এ পদ্ধতিতে লাইনের মোট রেজিস্ট্যান্স ও ইনডাকটেন্স সমান দুই ভাগে বিভক্ত হয়ে লাইনের দৈর্ঘ্য বরাবর গ্রহন ও প্রেরণ প্রান্তে এবং ক্যাপাসিটেন্স লাইনের মধ্যে বরাবর বিন্যাস্ত থাকে।

এন্ড কনডেনসার পদ্ধতিঃ সার্কিট চিএঃ

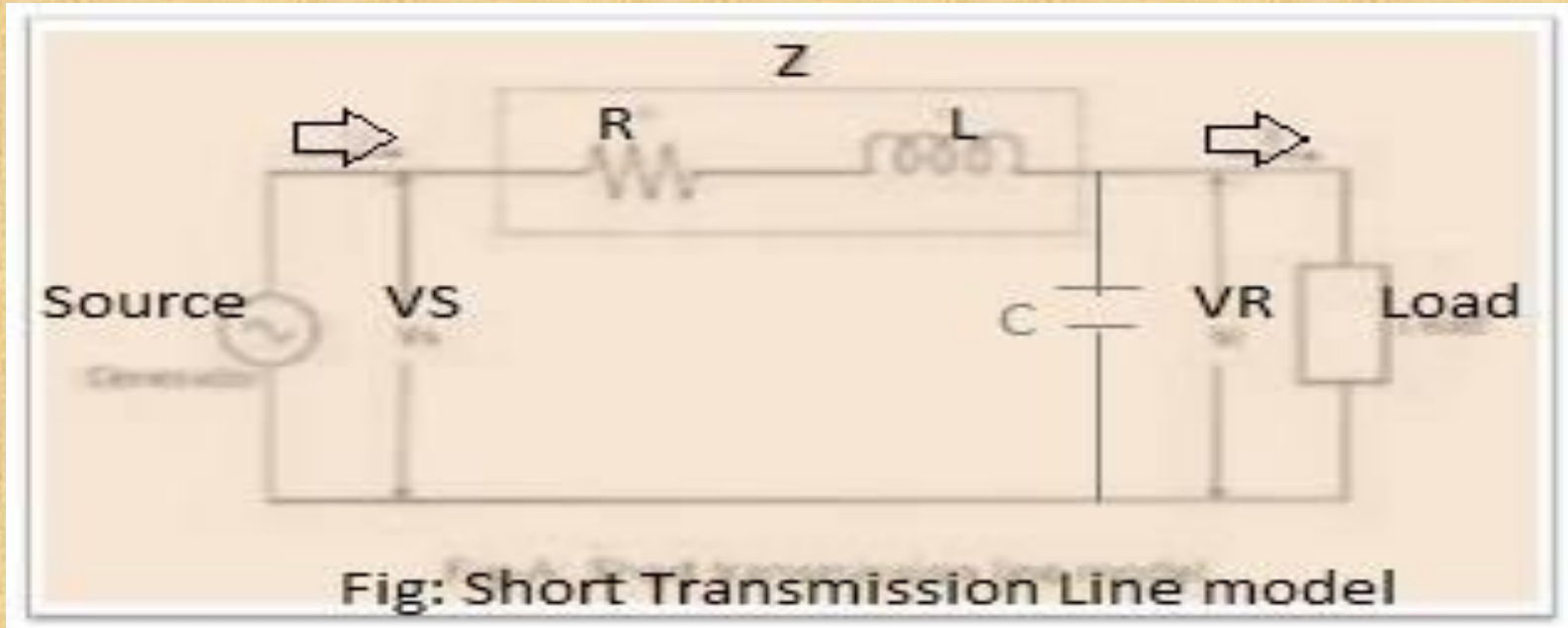
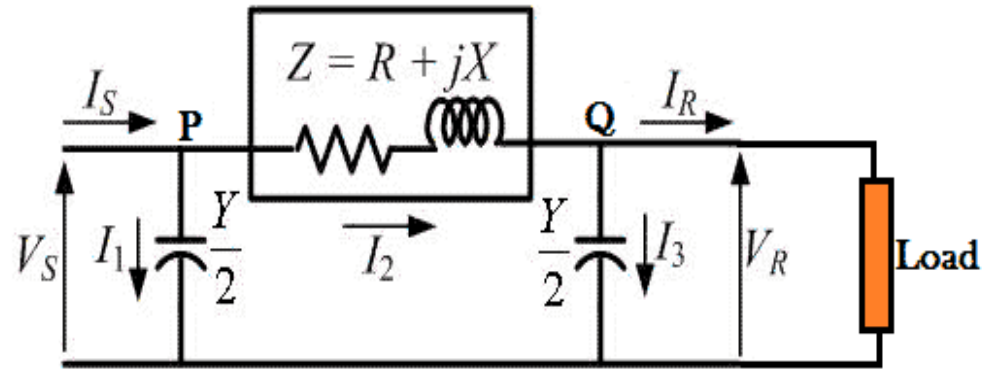


Fig: Short Transmission Line model

নমিনাল পাই পদ্ধতির সার্কিট

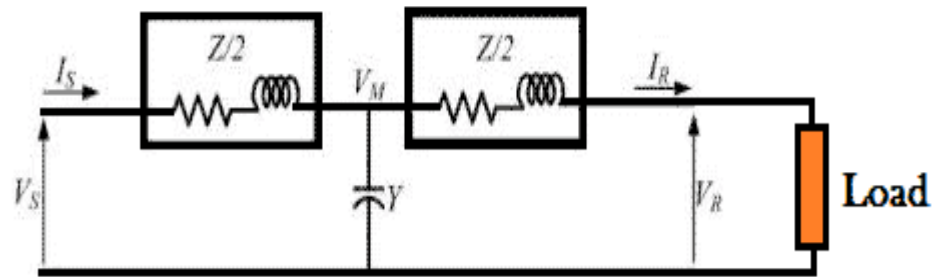
চিত্রঃ



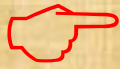
Nominal π network of medium transmission line.

নমিনাল টি পদ্ধতির সার্কিট

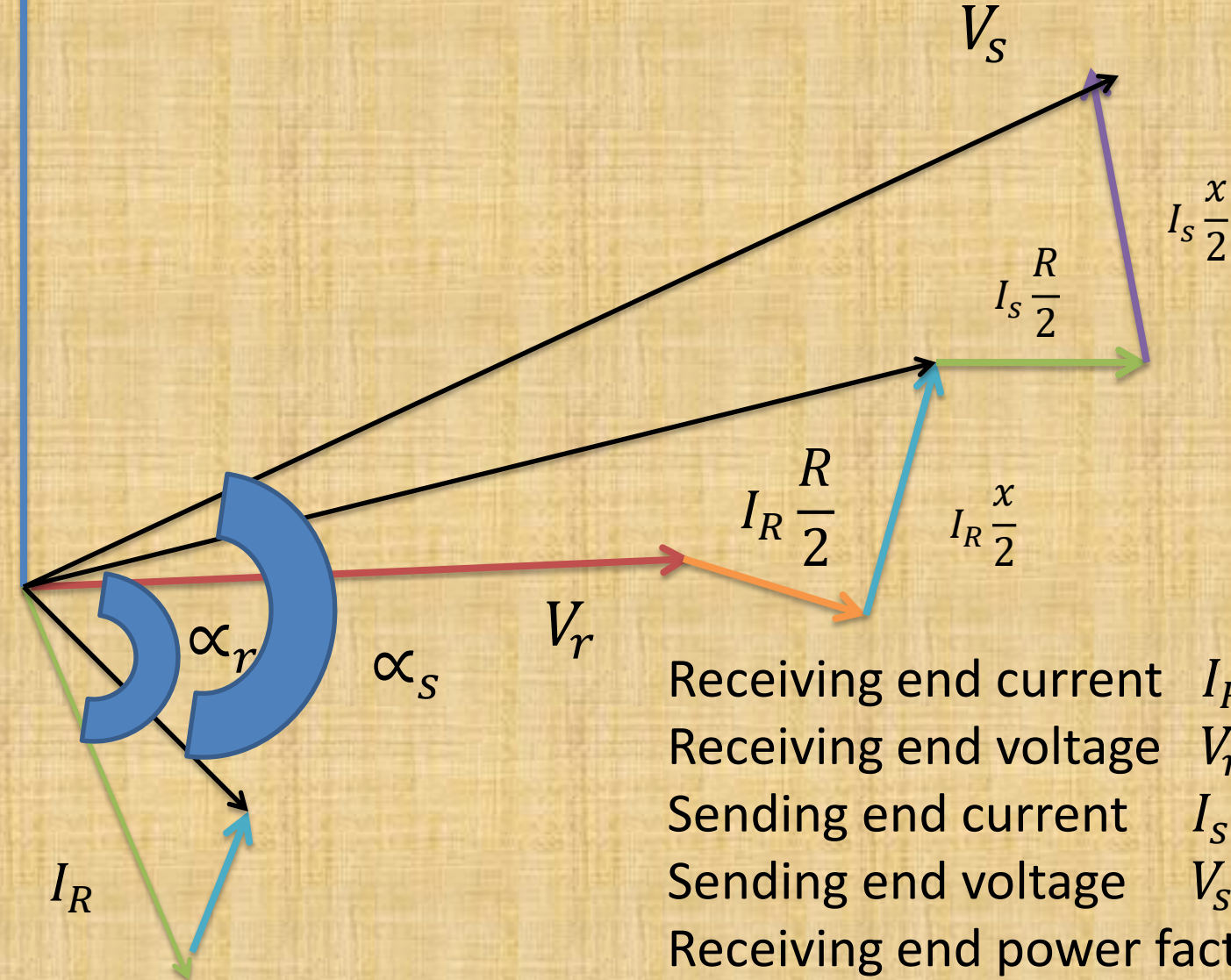
চিত্রঃ



Nominal T representation of a medium transmission line.



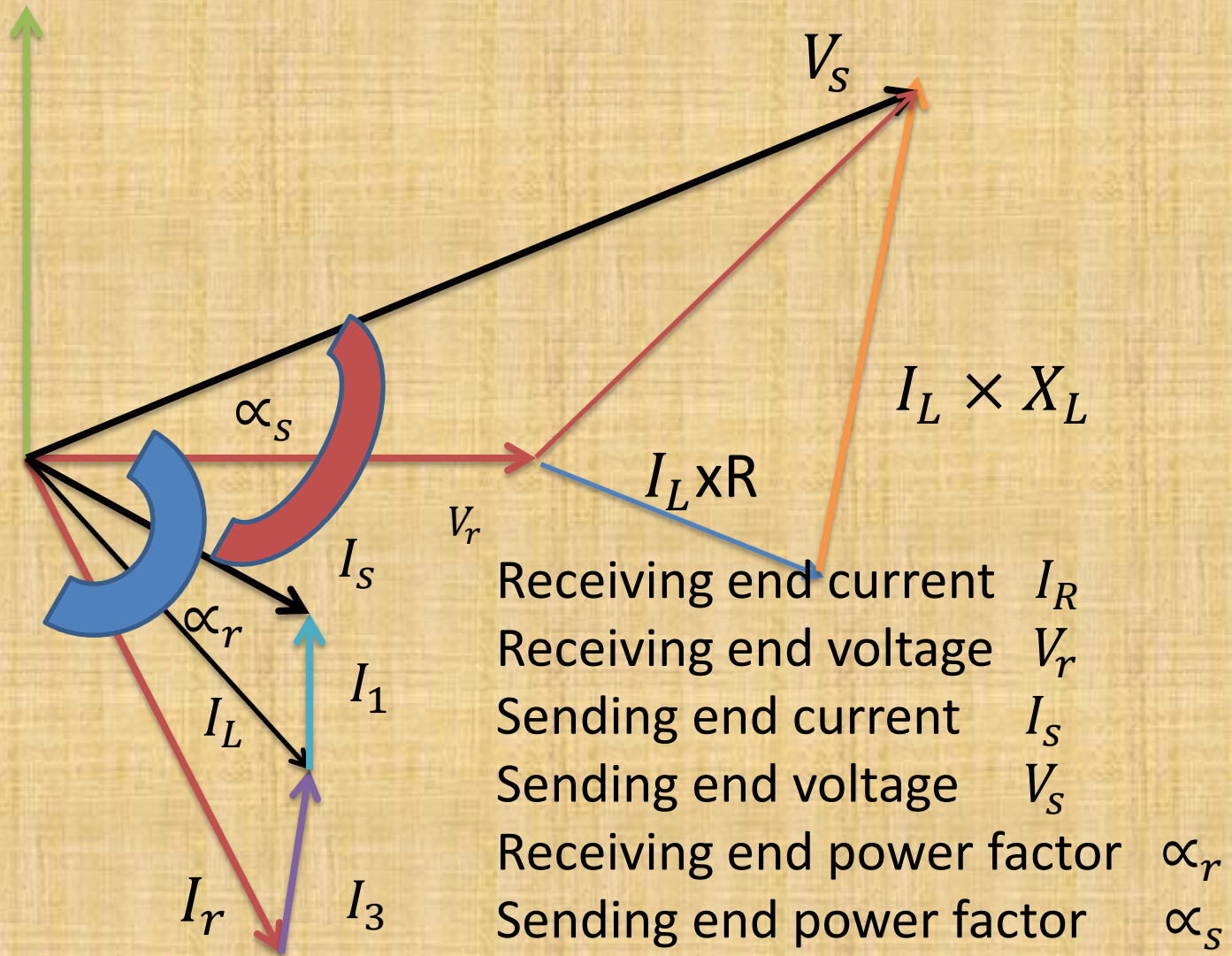
Vector diagram of nominal T -method



- Receiving end current I_R
- Receiving end voltage V_r
- Sending end current I_S
- Sending end voltage V_s
- Receiving end power factor α_r
- Sending end power factor α_s



Vector diagram of Nominal π - Method



এন্ড কনডেনসার পদ্ধতির সমস্যা সমাধানের সূত্রবলীঃ

$$I_r = I_r (\cos \alpha r - j \sin \alpha r)$$

$$I_{c1} = V_r \times \frac{Y}{2}$$

$$I_L = I_r + I_{c1}$$

$$V_s = I_L \times Z_L + V_r$$

নমিনাল পাই পদ্ধতির সমস্যা সমাধানের সূত্রবলীঃ

$$I_r = I_r (\cos \alpha r - j \sin \alpha r)$$

$$I_{c1} = V_r \times \frac{Y}{2}$$

$$I_L = I_r + I_{c1}$$

$$I_{c2} = V_s \times \frac{Y}{2}$$

$$I_s = I_L + I_{c2}$$

$$V_s = I_s \times Z_L + V_r$$

সমস্যা নং-৬।

একটি ১০০ কিমি দৈর্ঘ্য ৩-ফেজ, ৫০ হার্টজ, ট্রান্সমিশনলাইনের প্রতিফেজ ও প্রতিকিলোমিটারের রোধ, রিয়াকটেন্স, ক্যাপাসিটিভ সাসসেপটেন্স যথাক্রমে ০.১ ওহম, ০.৫ ওহম এবং ১×10^{-5} মোহ। যদি লাইনটি ৬৬ কেভি, ০.৯ ল্যাগিং পাওয়ার ফ্যাক্টরে ২০ মেগাওয়াট পাওয়ার সরবরাহ করে, তবে নমিনাল পাইপ দ্বিতীয় ভোল্টেজ রেগুলেশন ও দক্ষতা নির্ণয় কর।

৫। একটি ১০০ কিমি দৈর্ঘ্য ৩-ফেজ, ৫০ হার্টজ, ট্রান্সমিশনলাইনের প্রতি ফেজ ও প্রতিকিলোমিটারের রোধ, রিয়্যাকটেন্স, ক্যাপাসিটিভসাসসেপটেন্স যথাক্রমে ০.২ ওহম, ০.৪ ওহম এবং ১.৫×10^{-6} মোহ। যদি লাইনটি ৬৬ কেভি, ০.৯ ল্যাগিং পাওয়ার ফ্যাক্টরে ২০ মেগাওয়াট পাওয়ার সরবরাহ করে, তবে নমিনালটি-পদ্ধতিতে ভোল্টেজ রেগুলেশন ও দক্ষতা নির্ণয় কর।

প্রশ্নবলীঃ ১। লাইন কনস্ট্যান্টগুলোর নাম লিখ।

২। মিডিয়াম ট্রান্সমিশন লাইন বলতে কি বুঝ?

৩। মিডিয়াম ট্রান্সমিশন লাইন ক্যালকুলেশন পদ্ধতির নাম লিখ।

৪। ফেরান্টি ইফেক্ট কি?

৫। পরিবহন লাইন ট্রান্সপজিশন করা হয় কেন?

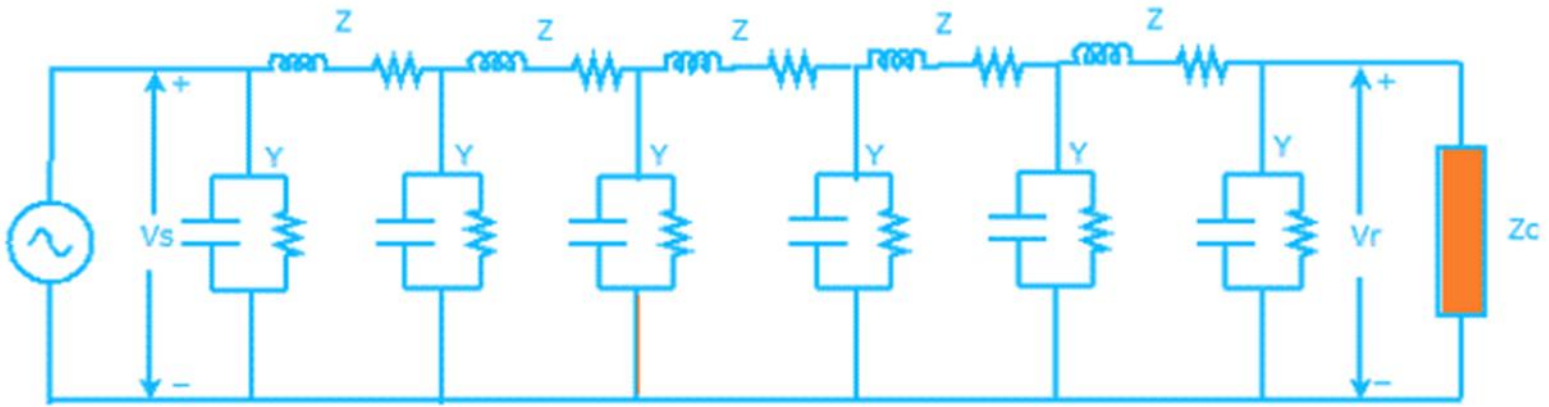
৬। যেকোন ট্রান্সমিশন লাইন ব্যবহারের দুটি শর্ত লিখ।

৭। প্রান্তিক কনডেনসার পদ্ধতি কি?

৮। নমিনাল টি পদ্ধতির সার্কিট ও ভেক্টর চিত্র আঁক।

2nd Chapter

দীর্ঘ পরিবহন লাইনে ধুবকের প্রতিক্রিয়াঃ



Long Transmission Line model

চিত্রঃ তিন ফেজ দীর্ঘ পরিবহন লাইনের সমতুল্য বর্তনী।

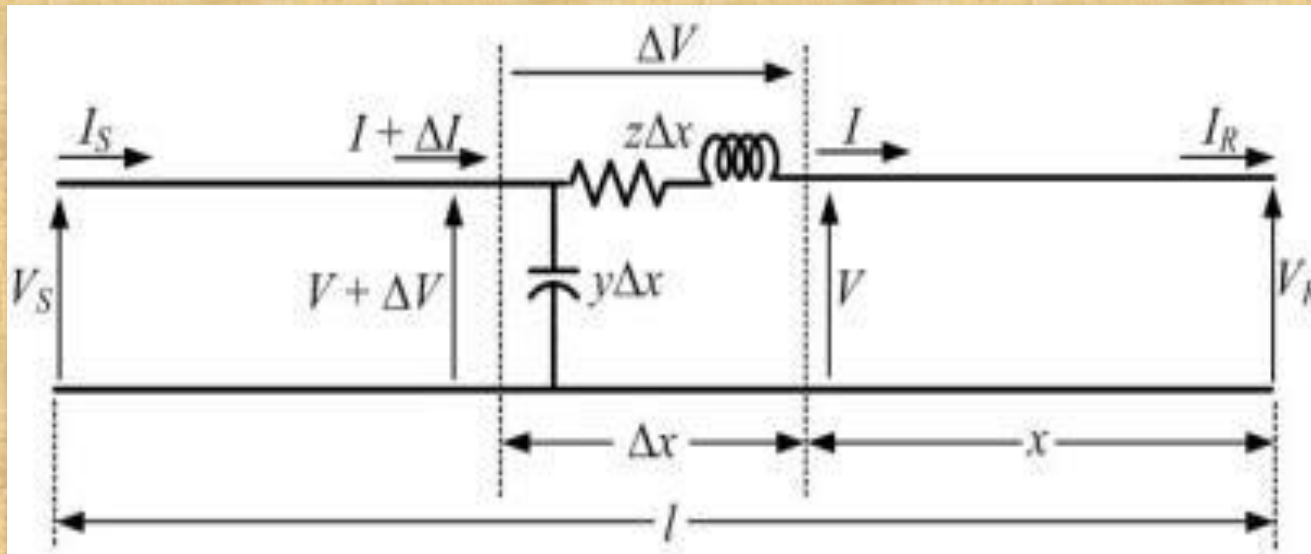
২.১ দীর্ঘ পরিবহন লাইনে লাইন কনস্ট্যান্টের প্রভাব :

এক্ষেত্রে বিবেচ্য বিষয়সমূহ নিম্নরূপ:

- ১। রেজিস্ট্যান্স, ইন্ডাকটিভ রিয়াকটেন্স, ক্যাপাসিটিভ সাসসেপটেন্স ও কন্ডাকটেন্সগুলো প্রকৃত অর্থে সমগ্র লাইনব্যাপী সুষমভাবে বিভাজিত থাকে।
- ২। রেজিস্ট্যান্স ও ইন্ডাকটিভ রিয়াকটেন্স হল সিরিজ ইলিমেন্ট।
- ৩। ক্যাপাসিটিভ সাসসেপটেন্স ও কন্ডাকটেন্স হল সান্ট ইলিমেন্ট।

প্রশ্নঃ রিগোরাস পদ্ধতিতে দীর্ঘ পরিবহন
লাইনের প্রেরণ প্রান্তের ভোল্টেজ ও
কারেন্টের সমীকরণ নির্ণয় কর ।

প্রতিপাদনঃ চিত্রে ৩-ফেজ লাইনের ইম্পিডেন্স এবং সান্ট অ্যাডমিটেন্স সমভাবে বন্টিত হচ্ছে একটি এক ফেজ এবং নিউট্রাল সংযোগের মাধ্যমে। মনে করি, গ্রহণ প্রান্ত থেকে x মিটার দূরে লাইনের ক্ষুদ্রতম অংশ dx অবস্থিত।



Z= লাইনের প্রতি একক দৈর্ঘ্যের সিরিজ ইম্পিডেন্স।

Y= লাইনের প্রতি একক দৈর্ঘ্যের সান্ট অ্যাডমিটেন্স।

V= গ্রহণ প্রান্তের দিকের উপাদানের ভোল্টেজ।

V+dv= প্রেরণ প্রান্তের দিকের উপাদানের ভোল্টেজ।

I+di= dx উপাদানে প্রবেশকারী কারেন্ট।

I=dx উপাদানে থেকে নির্গত কারেন্ট।

Zdx= সিরিজ ইম্পিডেন্স

Ydx= সান্ট অ্যাডমিটেন্স

$$\frac{dv}{dx} = IZ \dots \dots \dots (1), \quad \frac{dI}{dx} = VY \dots \dots \dots (2)$$

এখন (১)

নংসমীকরণকে **X** এর সাপেক্ষে অন্তরীকরণ করে পাই

$$\frac{d^2v}{dx^2} = \frac{dI}{dx} Z \dots \dots \dots (3)$$

এখন (২) নং ও (৩) নং হতে পাই,

$$\frac{d^2v}{dx^2} = VYZ \dots \dots \dots (4).$$

4 নং সমীকরণকে সমাধান করে পাই,

$$V = K_1 \cos h(x\sqrt{yz}) + K_2 \sin h(x\sqrt{yz}) \dots \dots (5)$$

সমাধান করে পাই,

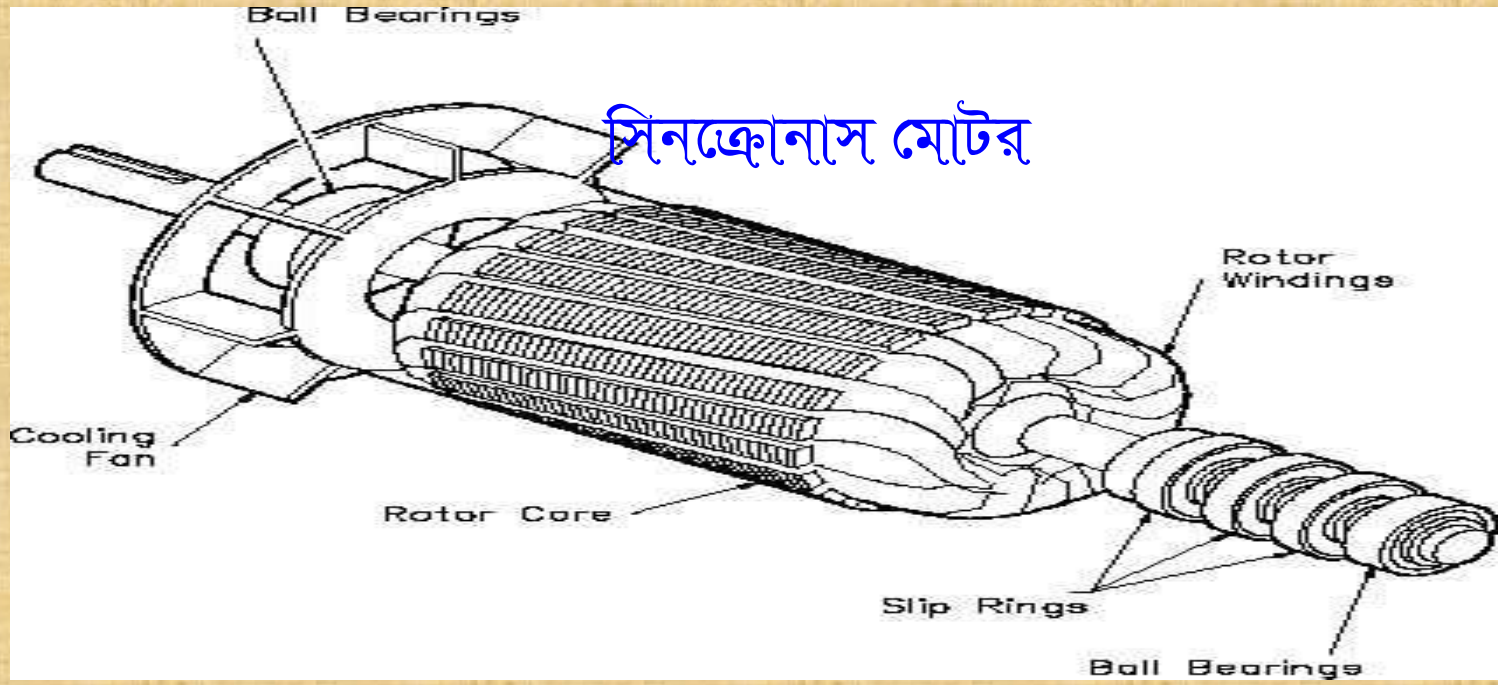
$$V_s = V_r \cos h\sqrt{YZ} + I_r \sqrt{\frac{z}{y}} \sin h\sqrt{YZ}$$

$$I_s = v_r \sqrt{\frac{Y}{Z}} \sin h\sqrt{YZ} + I_r \cos h\sqrt{YZ}$$

- ২.৩ গ্রহণ প্রান্তে সিরিজ ইম্পিডেন্স সংযুক্ত ট্রান্সমিশন লাইন।
- ২.৪ প্রেরণ প্রান্তে সিরিজ ইম্পিডেন্স সংযুক্ত ট্রান্সমিশন লাইন।
- ২.৫ উভয় প্রান্তে সিরিজ ইম্পিডেন্স সংযুক্ত ট্রান্সমিশন লাইন।
- ২.৬ উভয় প্রান্তে ট্রান্সফরমার সংযুক্ত ট্রান্সমিশন লাইন।

২.৭ কনস্ট্যান্ট ভোল্টেজ ট্রান্সমিশনঃ

কনস্ট্যান্ট ভোল্টেজ ট্রান্সমিশনের জন্য গ্রহণ প্রাপ্তে সচরাচর সিনক্রোনাস ফেজ মডিফায়ার নামে পরিচিত বিশেষ ডিজাইনের সিনক্রোনাস মোটর স্থাপন করতে হয়।



২.৭ কনস্ট্যান্ট ভোল্টেজ ট্রান্সমিশনের সুবিধা ও

অসুবিধাঃ

সুবিধাঃ ১। নির্দিষ্ট কনডাকটর সাইজে তুলনামূলকভাবে বর্ধিত পাওয়ার দূরে প্রেরণ করা যায়।

২। উন্নত পাওয়ার ফ্যাক্টরে মাঝারী ও উচ্চ পাওয়ার প্রেরণ করা যায়।

৩। সকল লোড প্রাপ্তে স্থির ভোল্টেজ পাওয়া যায়।

অসুবিধাঃ ১। সিস্টেমের শর্ট সার্কিট পাওয়ার বৃদ্ধি পায়।

২। ত্রুটিযুক্ত লাইনের ক্ষেত্রে লাইন সংরক্ষণ কমে যায়।

প্রশ্নবলীঃ

১। রিগোরাস পদ্ধতিতে প্রেরণ প্রান্তের ভোল্টেজ ও কারেন্ট এর সমীকরণ লিখ।

২। কনস্ট্যান্ট ভোল্টেজ সাপ্লাইয়ের জন্য

প্রয়োজনীয় ইকুপমেন্টগুলো কোথায় ব্যবহৃত হয়?

৩। দীর্ঘ পরিবহন লাইনের ধ্রুবক সমূহের প্রভাব লিখ।

৪। পরিবহন লাইনের কনস্ট্যান্ট ভোল্টেজ রাখার উপায় গুলো কি কি?

৫। লংট্রান্সমিশন লাইনের ক্ষেত্রে প্রমাণ কর যে,

$$I_s = CV_r + (CZ_{se} + D)I_r$$

গাণিতিক সমস্যাবলীঃ (১)



২৫০ কিলোমিটার দৈর্ঘ্যের তিন ফেজ ট্রান্সমিশন লাইনের প্রতি কিলোমিটারের রেজিস্ট্যান্স, রিয়াকটেন্স ও সান্ট এডমিটেন্স যথাক্রমে ০.১২ ওহম, ০.২ ওহম এবং ১.৫ মাইক্রো মোহা গ্রহণ প্রান্তে ১৩৩ কেভি, ৫০ হার্টজ, ০.৮ ল্যাগিং পাওয়ার ফ্যাক্টরে ২৫ মেগাওয়াট পাওয়ার সরবরাহ করে। রিগোরাস পদ্ধতিতে প্রেরণ প্রান্তে ভোল্টেজ ও কারেন্টের মান নির্ণয় করা।

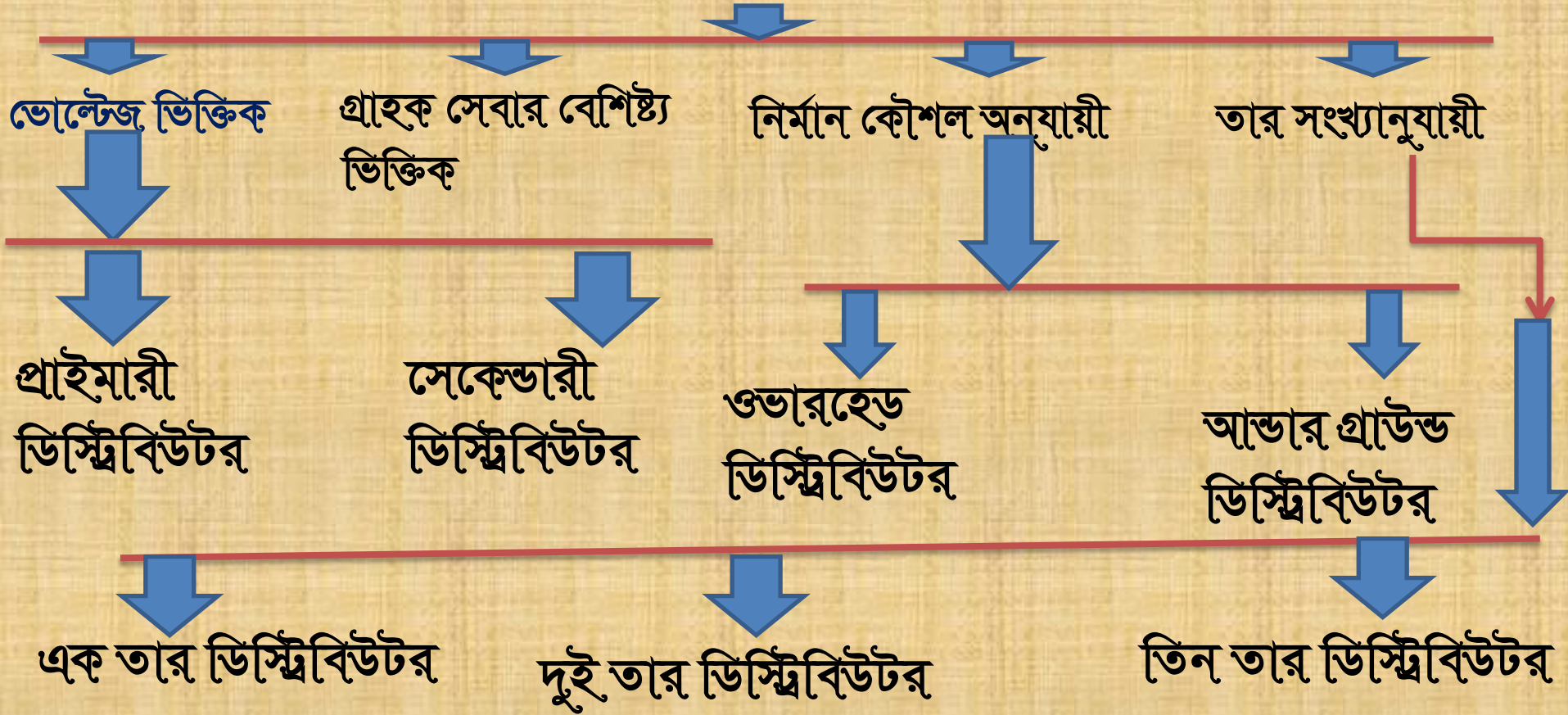
4th Chapter

DC Distribution system

ডিস্ট্রিবিউশন সিস্টেমঃ জেনারেটিং স্টেশন কিংবা প্রধান সাব-স্টেশন থেকে যে কন্ডাক্টর সিস্টেমের মাধ্যমে গ্রাহকের এনার্জি সরবরাহ নিশ্চিত করা হয়। তাকে ডিস্ট্রিবিউশন সিস্টেম বলে। ডিসি সরবরাহ সিস্টেমকে ডিসি ডিস্ট্রিবিউশন সিস্টেম বলে।

ডিস্ট্রিবিউটরের শ্রেণীবিভাগঃ

ডিস্ট্রিবিউটর



৪.৩ রেডিয়াল, রিং মেইন ও ইন্টারকানেকটেড সিস্টেম এবং তাদের সুবিধা ও অসুবিধাঃ

রেডিয়াল ডিস্ট্রিবিউশন

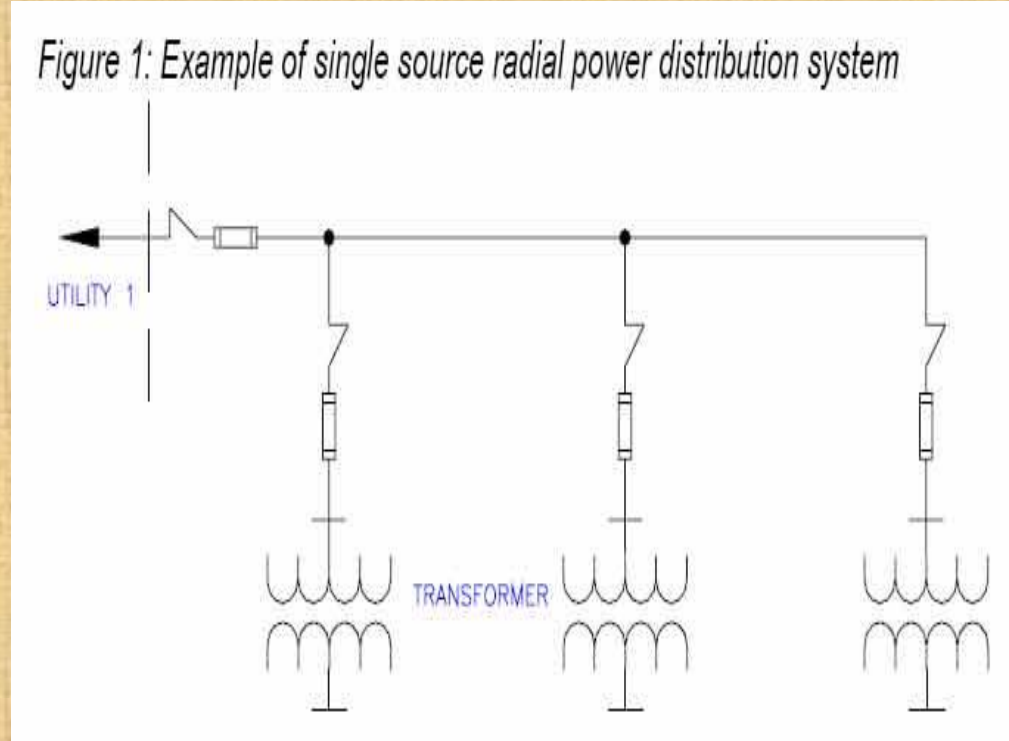
সিস্টেমঃ এই সিস্টেমে

ফিডার, ডিস্ট্রিবিউটর এবং

সার্ভিস মেইনগুলি

সাবস্টেশন থেকে বাহিরের

দিকে ছড়িয়ে থাকে।



রেডিয়াল ডিস্ট্রিবিউশন সিস্টেমের সুবিধা ও অসুবিধাঃ

সুবিধাঃ ১। এই সিস্টেম অত্যন্ত সহজ ও সল্প ব্যয় সাপেক্ষ।

২। মাঝামাঝি লোড সেন্টারে এই সিস্টেম কাজে লাগানো যায়।

অসুবিধাঃ ১। একটি মাত্র ফিডার ও ডিস্ট্রিবিউটরের উপর গ্রাহকদের নির্ভর করতে হয়।

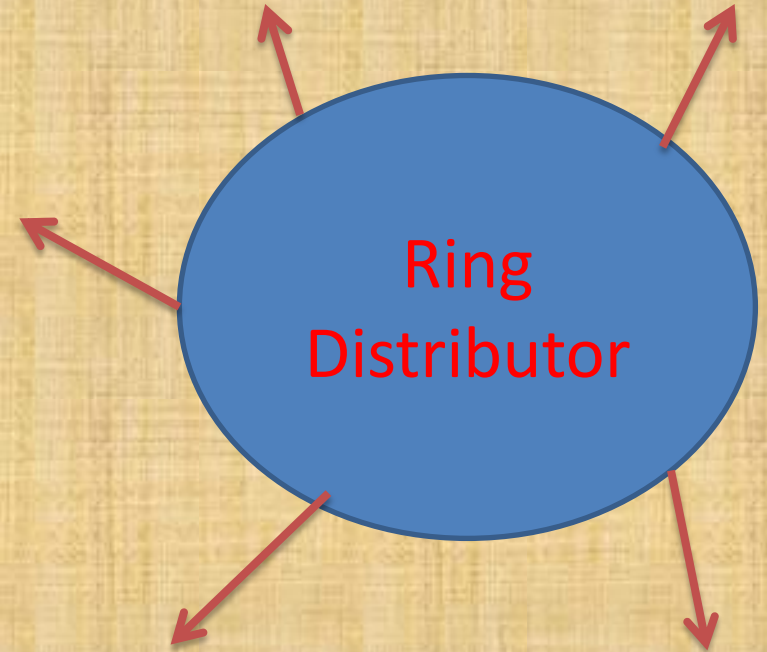
২। ডিস্ট্রিবিউটরের যেকোন একটি নষ্ট হলে, উক্ত এলাকায় বিদ্যুৎ সরবরাহ বিচ্ছিন্ন থাকে।

Ring main Distributor System

যখন প্রতিটি ডিস্ট্রিবিউটর দুইটি ফিডারের মাধ্যমে সাপ্লাই পায়, তখন তাকে রিং মেইন ডিস্ট্রিবিউশন সিস্টেম বলে।

সুবিধাঃ

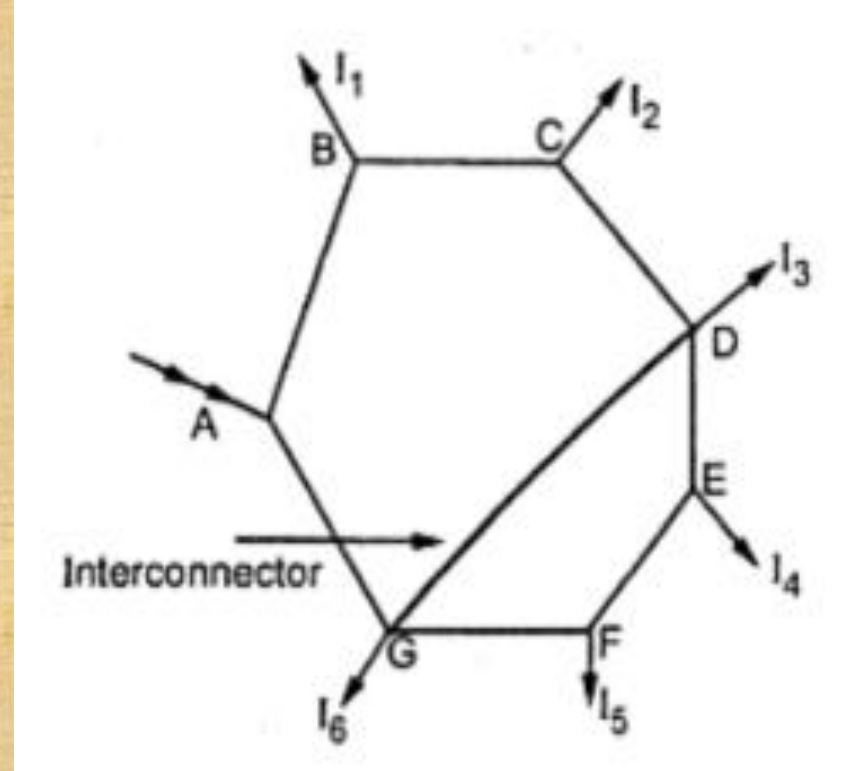
- ১। উভয় দিক হতে পাওয়ার ফিড হয়।
- ২। খরচ কম হয়।
- ৩। ভোল্টেজ ফ্লাকচুয়েশন কম হয়।



Inter connected System

ইন্টার কানেক্টেড সিস্টেম এমন এক বৈদ্যুতিক নেটওয়ার্ক যেখানে প্রতিটি ফিডারে দুই বা ততোধিক জেনারেটিং স্টেশনের মাধ্যমে পাওয়ার ফিড করা হয়।

ইন্টারকানেক্টরঃ এছাড়া বৃহৎ এলাকায় পাওয়ার সরবরাহের জন্য রিং ডিস্ট্রিবিউটর ব্যবহৃত হয়। ডিস্ট্রিবিউটরটির পয়েন্ট গুলোর মধ্যে আন্তঃসংযোগ স্থাপন করতে হয়। আন্তঃসংযোগ কন্ডাক্টরকে ইন্টারকানেক্টর বলে।



4.5 Types of Distributor

- ① এক প্রান্তে সরবরাহকৃত দুই তার ডিস্ট্রিবিউটর।
- ② দুই প্রান্তে সরবরাহকৃত (সমান ও অসমান) দুই তার ডিস্ট্রিবিউটর।
- ③ সুষম বিস্তৃত লোডসহ এক/দুই প্রান্তে সরবরাহকৃত দুই তার ডিস্ট্রিবিউটর।
- ④ কেন্দ্রে সরবরাহকৃত দুই তার ডিস্ট্রিবিউটর।
- ⑤ উভয় প্রান্তে সরবরাহকৃত তিনতার ডিস্ট্রিবিউটর।

৪.৬ লোডিং এর প্রকারভেদঃ

- ১। কেন্দ্রভূত লোডিং।
- ২। সুষম বিস্তৃত লোডিং।
- ৩। কেন্দ্রভূত ও সুষম লোডিং।

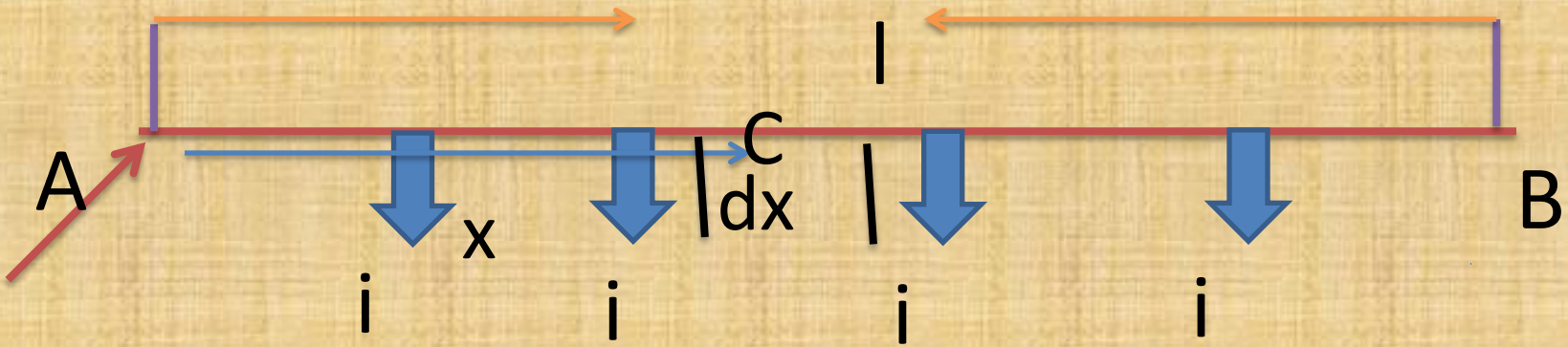
৪.৭ প্রশ্নঃ এক

প্রান্তে ফীড করা সমাহার লোডে ডি ডিস্ট্রিবিউটরের ভোল্টেজ ড্রপের সমীকরণ নির্ণয় কর।

অথবা ইউনিফর্ম লোডে ডি ডিস্ট্রিবিউটরের ক্ষেত্রে প্রমাণ কর যে,

$$\text{মোট ভোল্টেজ ড্রপ} = \frac{1}{2} IR \text{।}$$

উত্তরঃ ধরি, AB distributor এর অপ্রান্তে ফিড করা আছে এবং প্রতি মিটার দৈর্ঘ্যে সমহারে i কারেন্ট সরবরাহ হচ্ছে। মনে করি সমগ্র ডিস্ট্রিবিউটরের দৈর্ঘ্য l এবং প্রতিমিটার দৈর্ঘ্যের রোধ r । ফিডিং পয়েন্ট A হতে x মিটার দূরে একটি বিন্দু C বিবেচনা করি। উক্ত বিন্দুতে কারেন্ট $=il - ix = i(l-x)$ । C বিন্দুর নিকটে একটি ক্ষুদ্র দৈর্ঘ্য dx বিবেচনা করলে উহার রোধ হবে rdx এবং ভোল্টেজ ড্রপ হবে $dv = i(l-x)rdx$ ।



Total voltage drop at $x=0$ to $x=x$, c

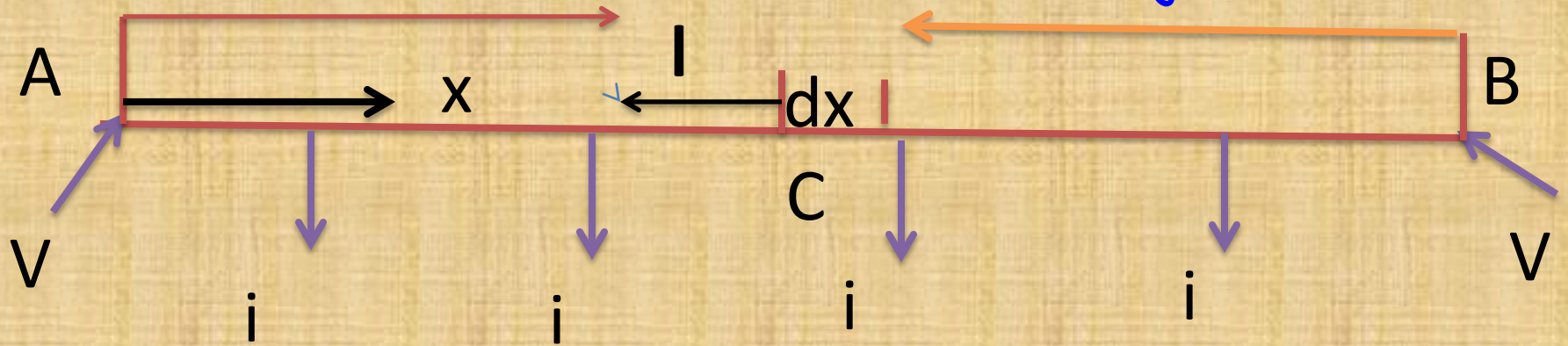
বিন্দুতে $\int dv = V = \int_0^x ir(l-x) dx$

$$= ir \left(lx - \frac{x^2}{2} \right) \rfloor$$

At $x=l$, voltage drop of AB is

$$V_{AB} = ir \left(l \times l - \frac{l^2}{2} \right) = \frac{1}{2} IR \rfloor$$

8.৮ প্রশ্নঃ উভয় প্রান্তে ভোল্টেজ প্রয়োগকৃত ইউনিফর্মলি
লোডেড ডিস্ট্রিবিউটর ভোল্টেজ ড্রপের সূত্র প্রস্তুত করা



ধরি, l মিটার দৈর্ঘ্যের একটি ডিস্ট্রিবিউটর AB ,

যাহার প্রতি মিটারের রোধ r ওহম এবং

পরিমান কারেন্ট সমহারে সরবরাহ হচ্ছে।

মনেকরি, ডিস্ট্রিবিউটর A ও B প্রান্তে সমান ভোল্টেজ V

দ্বারা ফিড করা আছে। সমগ্র সাপ্লাই ডিস্ট্রিবিউটরে $=il$ ।

যেহেতু দুইপাশে ফিডিংয়েন্টে সমান ভোল্টেজ সরবরাহ হচ্ছে,

তাই প্রত্যেক বিন্দুতে কারেন্ট সরবরাহ হচ্ছে $=\frac{il}{2}$ ।

যদি A থেকে x মিটার দূরে C বিন্দু বিবেচনা করি, তাহলে C বিন্দুতে কারেন্ট = $\frac{il}{2} -$

$$ix = i\left(\frac{l}{2} - x\right)$$

ক্ষুদ্র অংশ dx এর রোধ rdx এবং ভোল্টেজ ড্রপ = $ir\left(\frac{l}{2} - x\right)dx$ ।

$$\begin{aligned} \text{ভোল্টেজ ড্রপ অ্যাটসি বিন্দু } V_{AC} &= \int dv = \int_0^x ir\left(\frac{l}{2} - x\right) dx \\ &= \frac{ir}{2}(lx - x^2) \end{aligned}$$

$$\text{অতএব সর্বোচ্চ ভোল্টেজ ড্রপ} = \frac{ir}{2} \times \frac{l^2}{4} = \frac{1}{8} IR$$

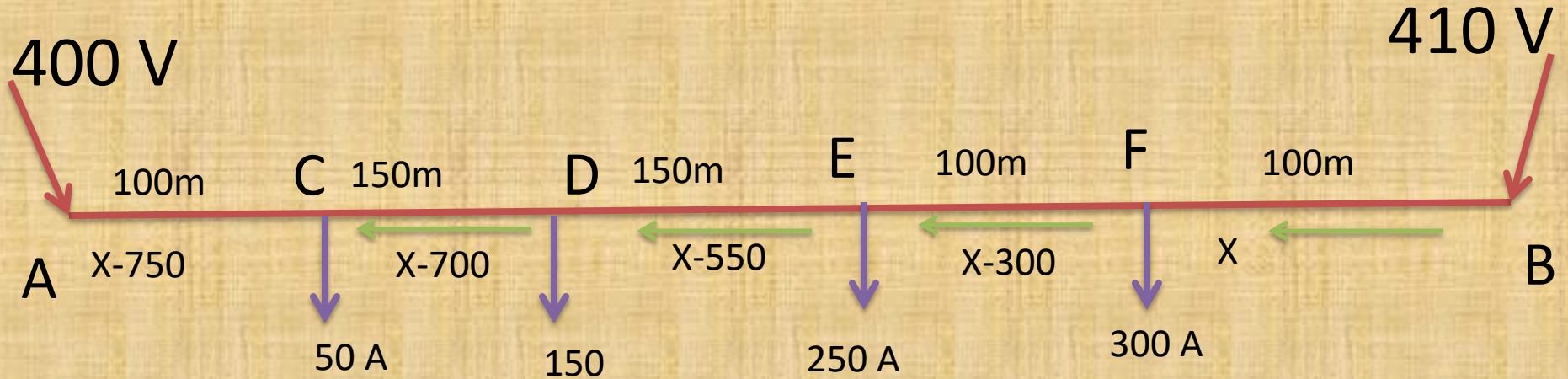
প্রশ্নবলীঃ

- ১। ফিডার লাইন ডিজাইনে প্রধান আলোচ্য বিষয় কি কি?
- ২। ইউনিফর্মলী লোডেড ডিস্ট্রিবিউটর কাকে বলে?
- ৩। রিং ডিস্ট্রিবিউটরের সুবিধা কি কি?
- ৪। একটি রিং ডিস্ট্রিবিউটরের চিত্র অংকন করে দেখাও।

সমস্যাবলীঃ

একটি দু'তার ৬০০ মিটার দীর্ঘ অই **distributor** এর অ বিন্দু হতে ১০০, ২৫০, ৪০০ ও ৫০০মিটার দূরেতে যথাক্রমে ৫০, ১৫০, ২৫০, ৩০০ অ্যাম্পিয়ার লোড প্রদান করা হল। অ প্রান্তে ৪০০ ভোল্ট এবং ই প্রান্তে ৪১০ ভোল্ট সরবরাহ করা হলে গ্রাহকের সর্বনিম্ন ভোল্টেজ নির্ণয় কর। এক তার প্রতি কিলোমিটারের রোধ ০.৩ ওহম।

ধরা যাক, ডিস্ট্রিবিউটরের এক প্রান্ত A থেকে মোট x - অ্যাম্পঃ কারেন্ট প্রবাহিত হচ্ছে। সেই অনুযায়ী বিভিন্ন সেকশনের কারেন্ট ডিস্ট্রিবিউশন দেখানো হলঃ



From figure we get,

$$V_B - \sum \text{drop} = V_A$$

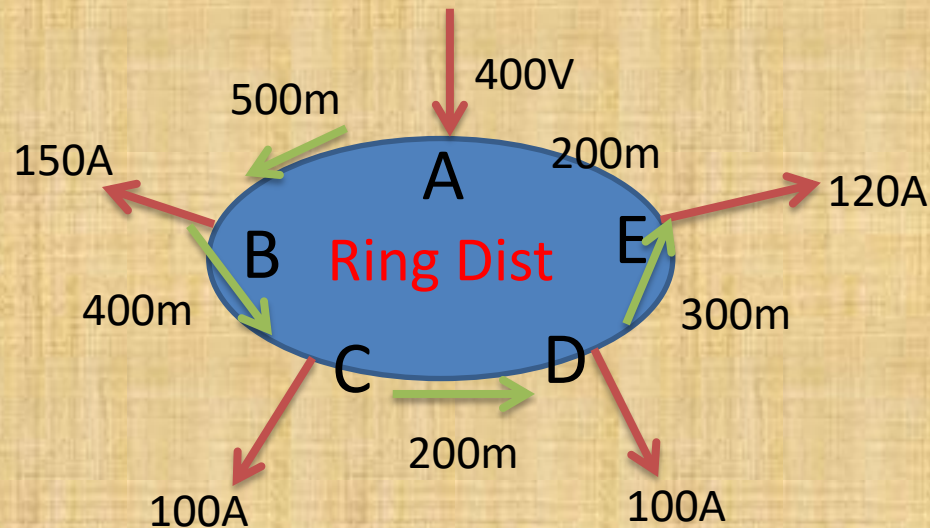
$$V_B - V_A = \sum \text{drop} = 410 - 400 = 10$$

$$6 \times 10^{-4} [100x + 100(x - 300) + 150(x - 550) + 150(x - 700) + 100(x - 750)] = 10$$

From equation we get,

$$X = 515.27 \text{ Amp. [Here , } R/\text{km(Single)} = 0.3 \text{ohm \& } R/\text{km(Double)} = 6 \times 10^{-4}]$$

☞ চিএ প্রদর্শিত দু'তার রিং ডিস্ট্রিবিউটরের প্রতি তার ও প্রতি কিলোমিটারের রোধ ০.০৩ ওহম হলে সর্বনিম্ন ভোল্টেজ কত?



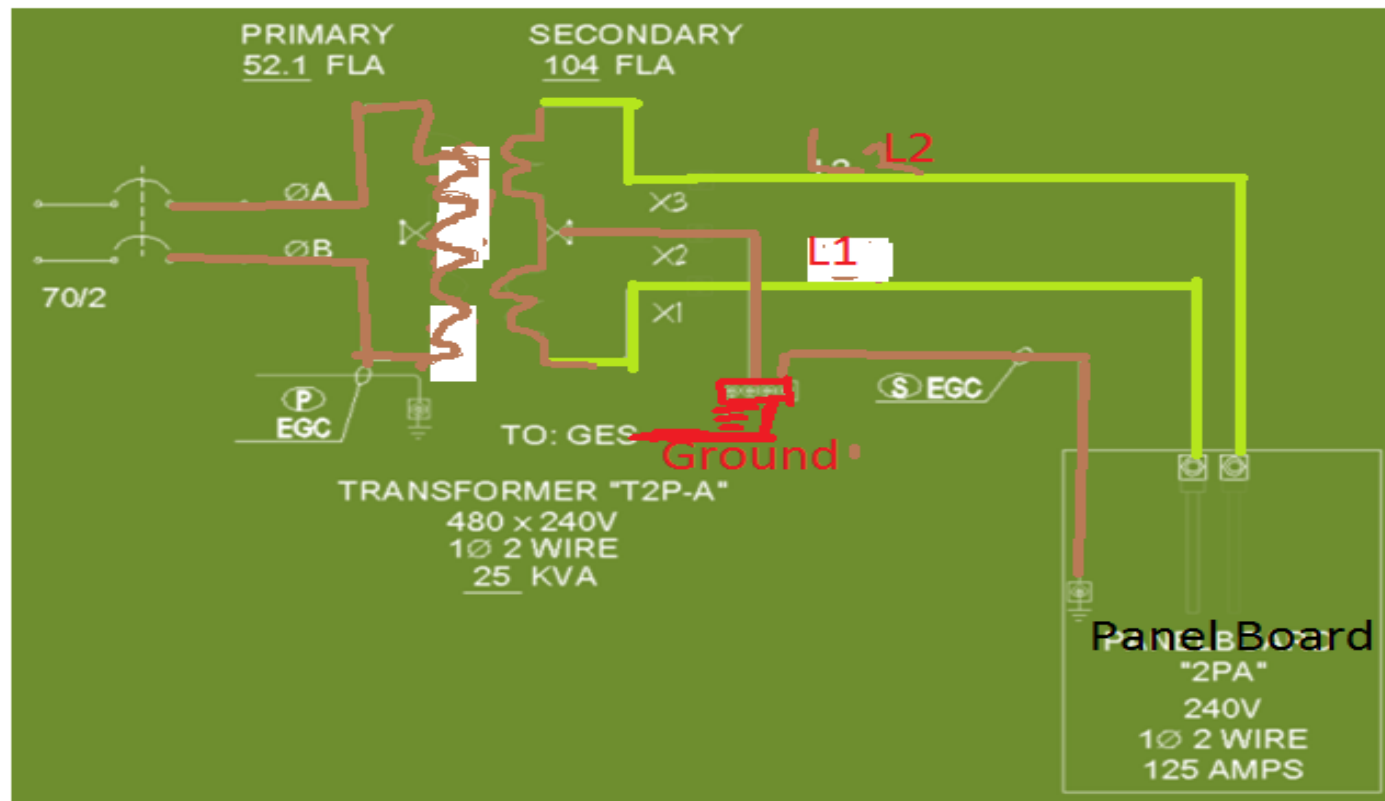
5th Chapter

AC Distribution system

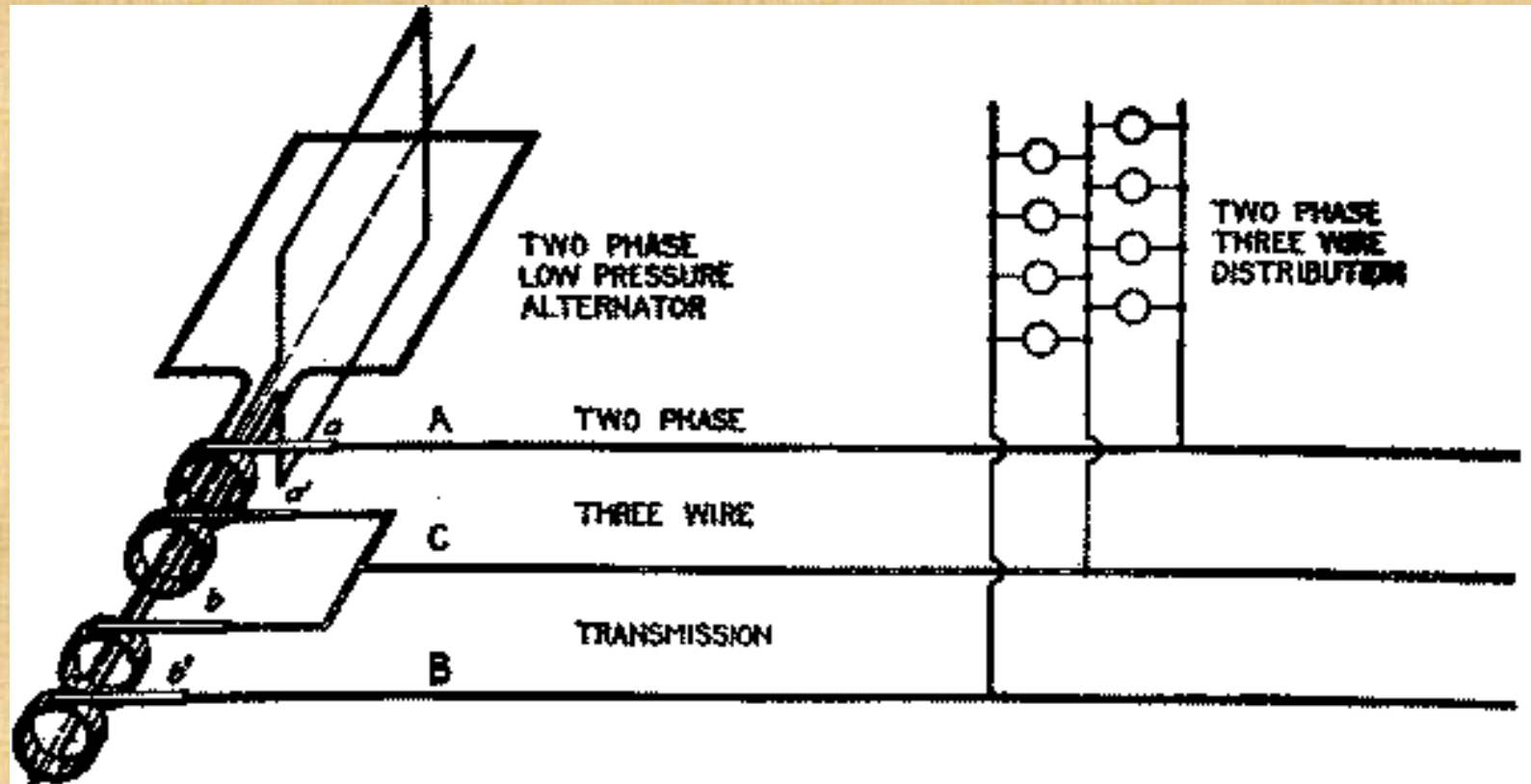
৫.১ এসি ডিস্ট্রিবিউশন সিস্টেমের প্রকারভেদঃ

- যথাঃ
- ১। এক ফেজ দুই তার পদ্ধতি
 - ২। এক ফেজ তিন তার পদ্ধতি
 - ৩। দুই ফেজ তিন তার পদ্ধতি
 - ৪। দুই ফেজ চার তার পদ্ধতি
 - ৫। তিন ফেজ তিন তার পদ্ধতি
 - ৬। তিন ফেজ চার তার পদ্ধতি।

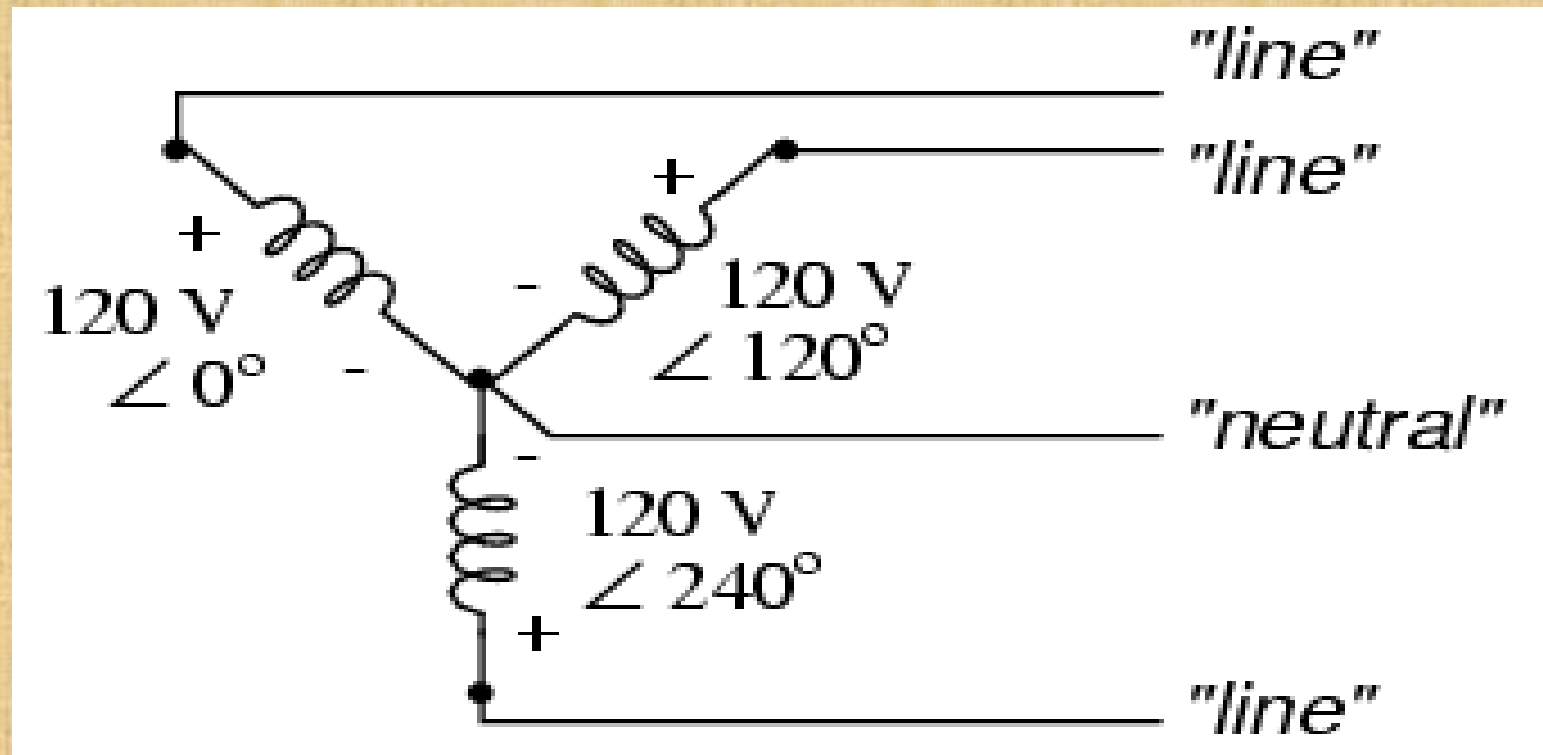
☞ এক ফেজ দুই তার পদ্ধতিঃ



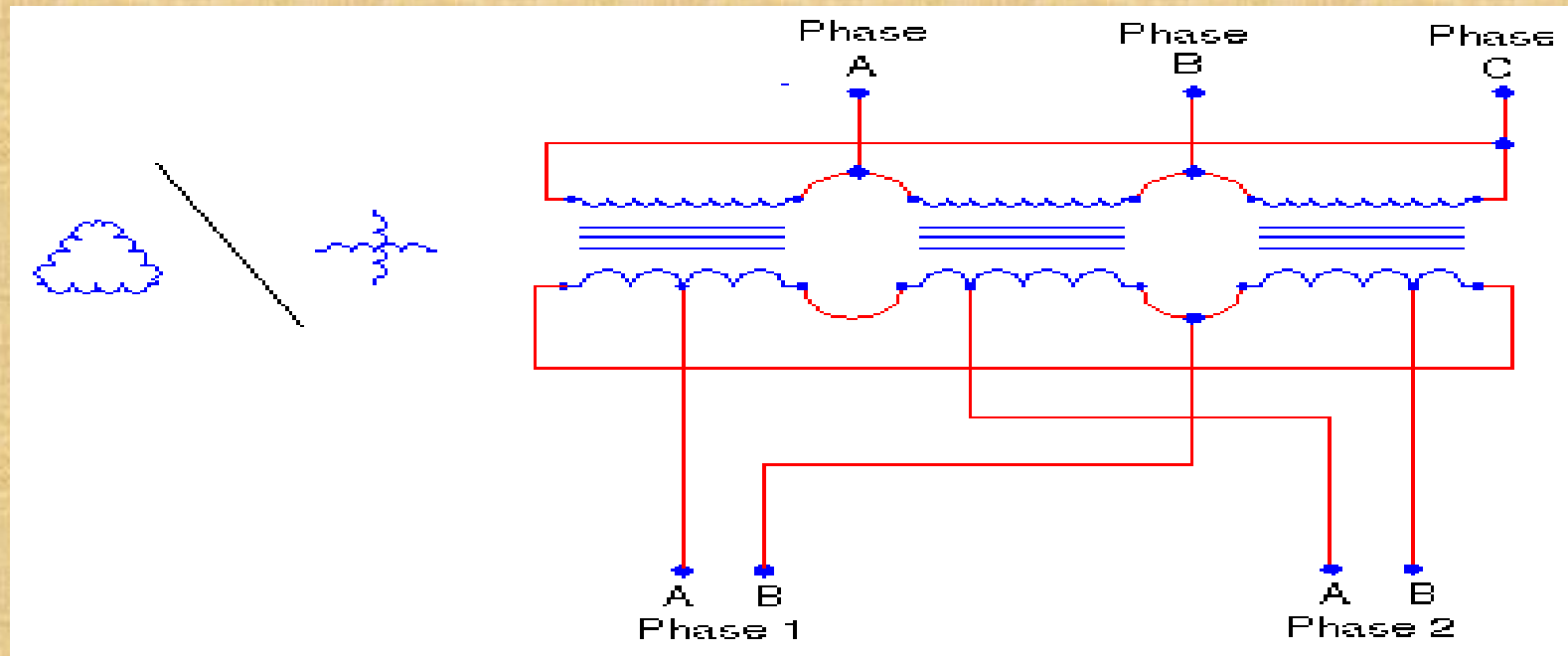
দুই ফেজ তিন তার পদ্ধতিঃ



তিন ফেজ চার তার পদ্ধতিঃ



দুই ফেজ চার তার পদ্ধতিঃ

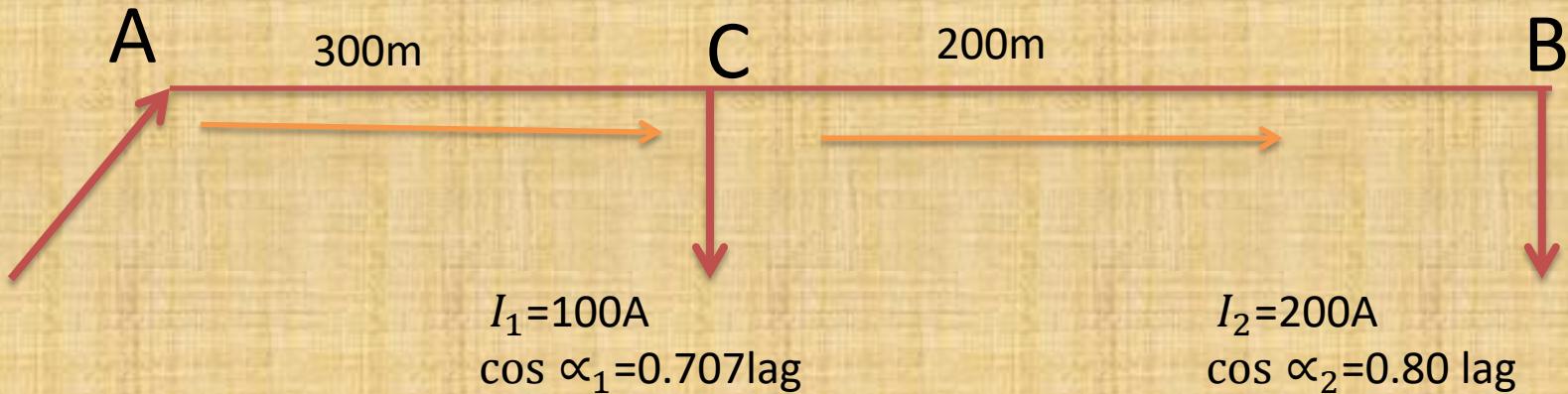


৫.৪ গাণিতিক সমস্যাবলীঃ

১। নিচের চিত্রে একটি সিঙ্গেল ফেজ এসি ডিস্ট্রিবিউটর দেখানো হল। এর প্রতি কিলোমিটারের রোধ ও রিয়াক্টেন্স যথাক্রমে 0.15 ওহম ও 0.1 ওহম।

যদি দূরবর্তী প্রান্তের ভোল্টেজ 200 ভোল্ট হয়, তবে নির্ণয় করঃ

(ক) প্রেরণ প্রান্তের ভোল্টেজ খ) দুই প্রান্তের ভোল্টেজের ফেজ কোণ।



প্রদত্ত মান অনুযায়ী ডিস্ট্রিবিউটরের ইম্পিডেন্স

$$Z/m(\text{double}) = (0.15 + j0.1) / (1000)$$

$$= 1.8 \times 10^{-4} \angle 33.7^\circ \Omega$$

$$Z_{BC} = 200 \times 1.8 \times 10^{-4} \angle 33.7^\circ \Omega = 0.036 \angle 33.7^\circ \Omega$$

$$Z_{AC} = 300 \times 1.8 \times 10^{-4} \angle 33.7^\circ \Omega = 0.054 \angle 33.7^\circ \Omega$$

$$V_B = 200 + j0 = 200 \angle 0^\circ \text{ volt.}$$

$$I_B = I_2 = 200 \angle -36.87^\circ, I_{BC} = I_2 = 200 \angle -36.87^\circ \text{ A}$$

$$I_1 = I_C = 100 \angle -45^\circ \text{ A} ,$$

$$I_{AC} = I_{BC} + I_C .$$

$$= 300 \angle -39.58^\circ \text{ A}$$

$$V_{BC} = I_{BC} Z_{BC} ,$$

$$V_{AC} = I_{AC} Z_{AC} ,$$

$$V_C = V_B + V_{BC} , V_A = V_C + V_{AC} ,$$

$$V_S = V_A = 223.32 \angle -0.53^\circ \text{ volt.}$$

$$\text{And } \alpha_S = 0.53^\circ .$$

$$I_1 = I_C = 100 \angle -45^\circ \text{ A} ,$$

$$I_{AC} = I_{BC} + I_C .$$

$$= 300 \angle -39.58^\circ \text{ A}$$

$$V_{BC} = I_{BC} Z_{BC} ,$$

$$V_{AC} = I_{AC} Z_{AC} ,$$

$$V_C = V_B + V_{BC} , V_A = V_C + V_{AC} ,$$

$$V_S = V_A = 223.32 \angle -0.53^\circ \text{ volt.}$$

$$\text{And } \alpha_S = 0.53^\circ .$$

$$I_1 = I_C = 100 \angle -45^\circ \text{ A} ,$$

$$I_{AC} = I_{BC} + I_C .$$

$$= 300 \angle -39.58^\circ \text{ A}$$

$$V_{BC} = I_{BC} Z_{BC} ,$$

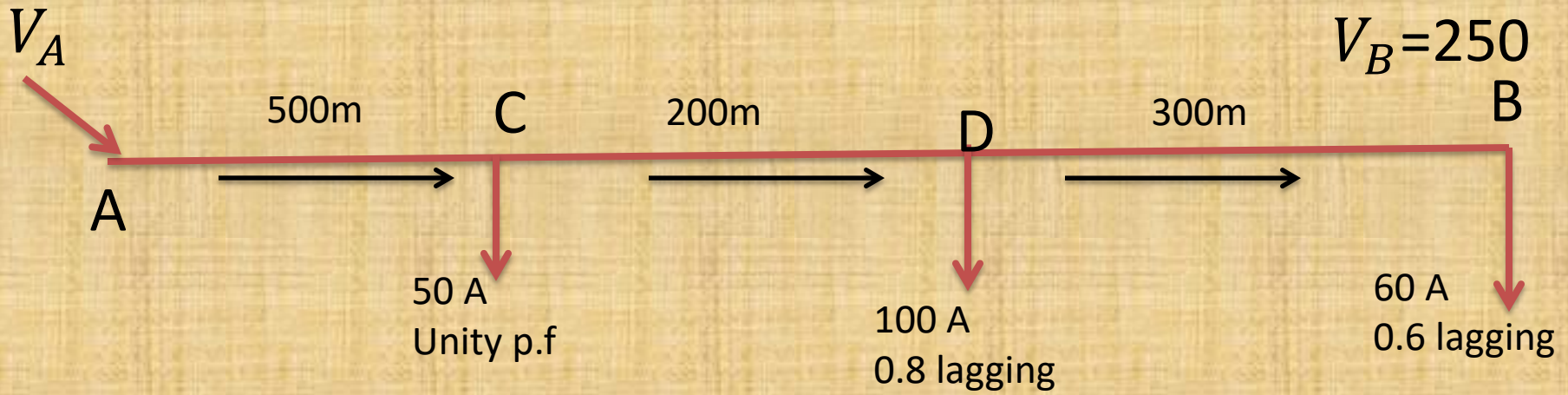
$$V_{AC} = I_{AC} Z_{AC} ,$$

$$V_C = V_B + V_{BC} , V_A = V_C + V_{AC} ,$$

$$V_S = V_A = 223.32 \angle -0.53^\circ \text{ volt.}$$

$$\text{And } \alpha_S = 0.53^\circ .$$

২নং সমস্যাঃ এক কিলোমিটার দীর্ঘ সিঙ্গেল ফেজ এসি ডিস্ট্রিবিউটরের মোট ইম্পিডেন্স $(0.02 + j0.08)$ ওহম । প্রেরণ প্রান্ত হতে ৫০০ মিটার দূরে একক পাওয়ার ফ্যাক্টরে ৫০ অ্যাম্পিয়ার, ৭০০মিটার দূরে ০.৮ ল্যাগিং পাওয়ার ফ্যাক্টরে ১০০ অ্যাম্পিয়ার এবং শেষ পাশ্বে ০.৬ ল্যাগিং পাওয়ার ফ্যাক্টরে ৬০ অ্যাম্পিয়ার কারেন্ট সরবরাহ করছে। গ্রহণ প্রান্তের ভোল্টেজ ২৫০ ভোল্ট হলে , প্রেরণ প্রান্তের ভোল্টেজ কত?



সমাধানেঃ

এখানে ১ কিলোমিটার দীর্ঘ সিঙ্গেল ফেজএসিডিস্ট্রিবিউটরের $V_S = ?$

$$Z/\text{km}(\text{double}) = 0.02 + j0.08 = 0.08 \angle 75.96^\circ \Omega$$

$$Z/\text{m}(\text{double}) = 0.08 \times 10^{-3} \angle 75.96^\circ \Omega$$

$$Z_{BD} = 300 \times 0.08 \times 10^{-3} \angle 75.96^\circ = 0.024 \angle 75.96^\circ \Omega$$

$$Z_{DC} = 200 \times 0.08 \times 10^{-3} \angle 75.96^\circ = 0.016 \angle 75.96^\circ \Omega$$

$$Z_{AC} = 500 \times 0.08 \times 10^{-3} \angle 75.96^\circ = 0.04 \angle 75.96^\circ \Omega$$

$$V_B = 250 + j0 = 250 \angle 0^\circ \text{ volt,}$$

$$I_B = 60 \angle -53.13^\circ \text{ A}$$

$$I_{DB} = I_B = 60 \angle -53.13^\circ \text{ A}$$

$$I_D = 100 \angle -36.87^\circ$$

$$I_{CD} = I_D + I_{DB} = 158.5 \angle -42.95^\circ \text{ A}$$

$$I_C = 50 \angle 0^\circ$$

$$I_{AC} = I_C + I_{CD}.$$

$$V_D = V_B + V_{BD},$$

$$V_C = V_D + V_{CD},$$

$$V_S = V_A = V_C + V_{AC},$$

প্রশ্নবলীঃ

- ১। ইন্টার কানেকটেড সিস্টেম বলতে কি বুঝ?
- ২। এসি ডিস্ট্রিবিউটে লোড কারেন্ট ফ্যাক্টর কি?
- ৩। উদাহরণ ৪ নং গাণিতিক সমস্যা করতে হবে।

6TH Chapter

Construction, Insulating Materials and types of Underground cable

৬.১ অ্যান্ডার গ্রাউন্ড ক্যাবলঃ প্রয়োজনীয় পরিমাণ ভোল্টেজকে প্রতিরোধ করতে পারে, এমন পর্যাপ্ত ইনসুলেশনের সমন্বয়ে প্রস্তুতকৃত পরিবাহিকে অ্যান্ডার গ্রাউন্ড ক্যাবল বলে।



Underground cable installation process



Underground cable



Underground cable's types



Installing Underground Wiring - YouTube [360p].mp4

৬.২ আন্ডার গ্রাউন্ড ক্যাবলের সুবিধাসমূহঃ

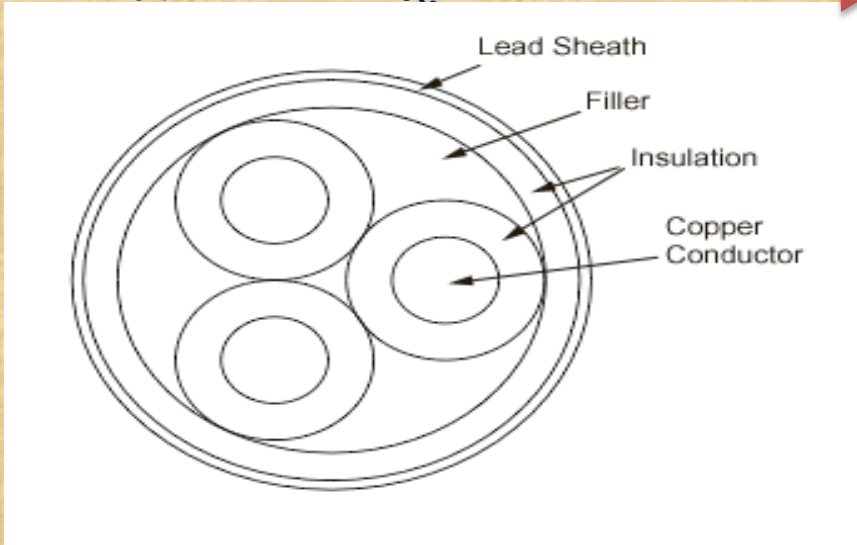
- * ওভারহেড সিস্টেমের তুলনায় অ্যান্ডারগ্রাউন্ড সিস্টেম অনেক নিরাপদ।
- * অ্যান্ডার গ্রাউন্ড ক্যাবল বাহ্যিক প্রভাব থেকে মুক্ত।
- * ঘনবসতিপূর্ণ এলাকায় ওভার সিস্টেমের তুলনায় অ্যান্ডার গ্রাউন্ড ক্যাবল ব্যবহার অধিক সুবিধাজনক।
- * এছাড়া অ্যান্ডার গ্রাউন্ড ক্যাবল সার্জ ও বর্জ্বপাতের প্রভাবমুক্ত।

৬.৩ অ্যান্ডার গ্রাউন্ড ক্যাবলের প্রকারভেদঃ

ইনসুলেশন ভিত্তিক ক্যাবলের প্রকারভেদ,

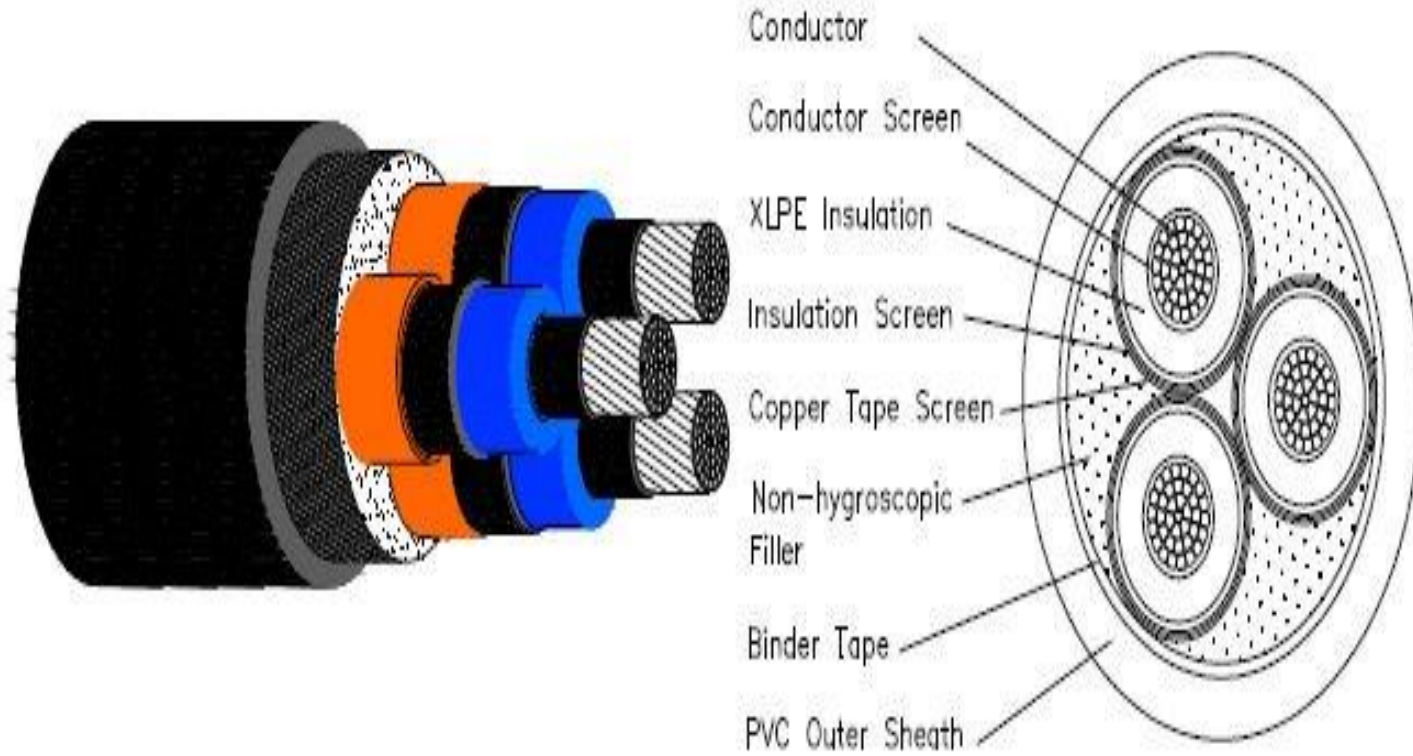
ক) পেপার ইনসুলেটেড ক্যাবল

খ) প্লাস্টিক ইনসুলেটেড ক্যাবল



Geometric structure

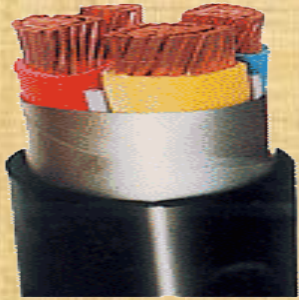
খ) প্লাস্টিক ইনসুলেটেড ক্যাবলঃ



ভোল্টেজ ভিত্তিক ক্যাবলের প্রকারভেদঃ

- ক) এল টি ক্যাবল (Low voltage Cable ১০০০ ভোল্ট এর জন্য)
- খ) এইচ টি ক্যাবল (High tension Cable for 11KV)
- গ) এস টি ক্যাবল (Super tension Cable, for 33 KV)
- ঘ) ই এইচ টি ক্যাবল (Extra high tension Cable for 66 KV)
- ঙ) ই এস ভি সি ক্যাবল (Extra Super Voltage power Cable for 132 KV)

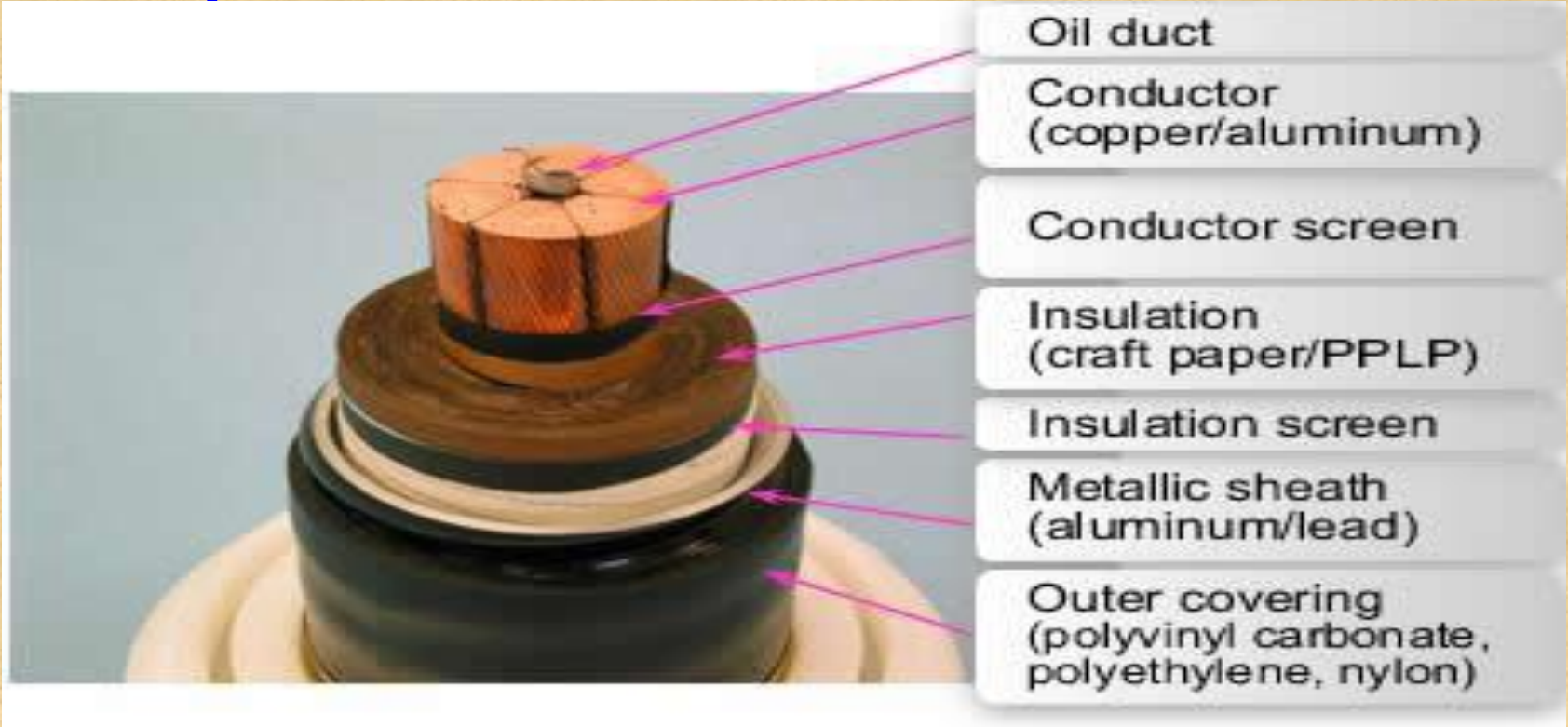
ক) এল টি ক্যাবল (Low voltage Cable ১০০০ ভোল্ট এর জন্য):



খ) এইচ টি ক্যাবল (High tension Cable for 11KV):



ঘ)ই এইচ টি ক্যাবল (Extra high tension Cable for 66 KV):



ঔ)ই এস ভি সি ক্যাবল (Extra Super Voltage power Cable for 132 KV):



প্রশ্নবলীঃ

- ১। বেডিং কি? এটি কেন করা হয়?
- ২। আর্মারিং কি? সার্ভিং কি?
- ৩। ভোল্টেজের উপর ভিত্তি করে ক্যাবলের শ্রেণীবিভাগ দেখাও?
- ৪। চওথস্ট ক্যাবলের পূর্ণনাম লিখ।
- ৫। সিঙ্গেল কোর ক্যাবলের ত্রস সেকশন অংকন পূর্বক উহার বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর।
- ৬। সাবমেরিন ক্যাবলের ডিজাইনে প্রধান শর্তগুলো লিখ।

7th Chapter

Laying and jointing of Underground Cable



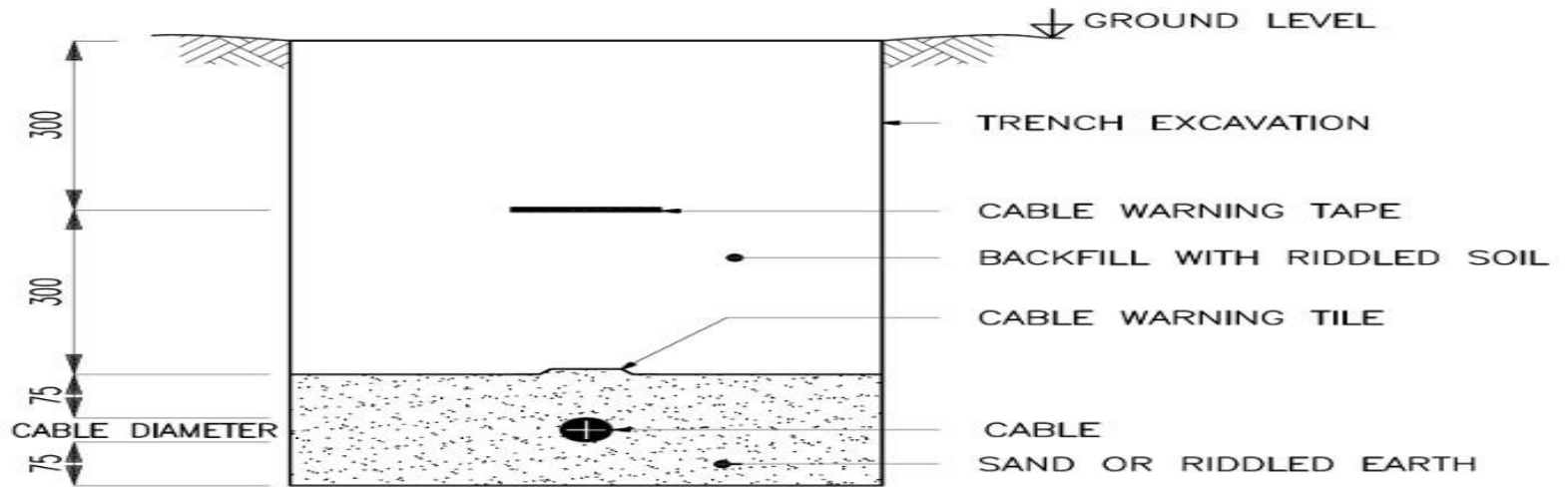
high voltage cable jointer at work..... - YouTube [360p].mp4

৭.১ অ্যান্ডার গ্রাউন্ড ক্যাবল স্থাপনের পদ্ধতিসমূহ ও তার ব্যাখ্যা।

উত্তরঃ ক্যাবল স্থাপনের তিনটি পদ্ধতি রয়েছেঃ

- ১। সরাসরি ক্যাবল স্থাপন
- ২। টানা ব্যবস্থায় ক্যাবল স্থাপন।
- ৩। নীরেট ব্যবস্থায় ক্যাবল স্থাপন।

১। সরাসরি ক্যাবল স্থাপন



CABLE LAYING DETAIL
DIRECT BURIED CABLES
415V CABLES

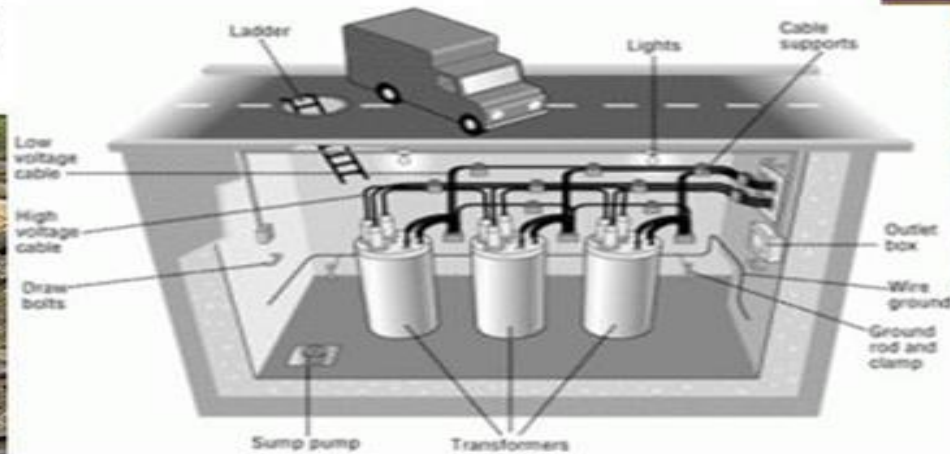
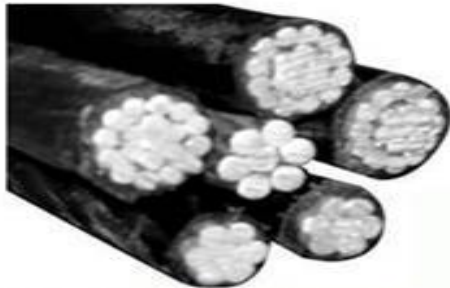


Live-line Demonstration - 230 V Cable Jointing - YouTube [360p].mp4

৩নীরেট ব্যবস্থায় ক্যাবল স্থাপনঃ

Underground Cables- A Presentation

by ankit raj
B.Tech(EEE), 5th Sem.
CT institute of tech., jalandhar



৭.২ আন্ডার গ্রাউন্ড ক্যাবলের প্রান্তিক সংযোগ পদ্ধতিঃ

* সবচেয়ে পছন্দসই প্রান্তিক ক্যাবল সংযোজন বাক্সের নক্সা

নিম্নের তথ্যের উপর নির্ভর করেঃ

- ১। ক্যাবলের বিষদ বিবারণ।
- ২। সংস্থাপনের অবস্থান।
- ৩। স্থাপনের অনুপুঞ্জ।
- ৪। বাক্সে ক্যাবলের প্রবেশ পথ।
- ৫। সংযোজন প্রকৃতি।

উক্ত অধ্যায়ের সম্ভাব্য প্রশ্নবলী:

- ১। আন্ডার গ্রাউন্ড ক্যাবল স্থাপনের পদ্ধতি গুলোর নাম লিখ।
- ২। ডাইরেস্ট লেইং পদ্ধতির দুটি করে সুবিধা ও অসুবিধা লিখ।
- ৩। টানা পদ্ধতিতে গাইড বেল ব্যবহার করা হয় কেন?
- ৪। ক্যাবল টার্মিনেশন বলতে কি বুঝায়?
- ৫। ক্যাবল টার্মিনেশন কেন করা হয়?
- ৬। আন্ডার গ্রাউন্ড ক্যাবল স্থাপনে ডাইরেস্ট লেইং পদ্ধতি বর্ণনা কর।
- ৭। সরাসরি সংস্থাপন পদ্ধতির চারটি অসুবিধা লিখ।

8th Chapter

Insulation Resistance and Di-Electric Stress in a single Core Cable

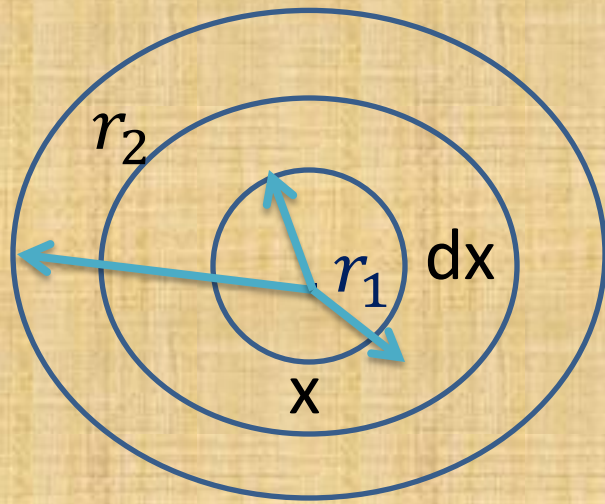
☞ **৮.০** আন্ডার গ্রাউন্ড ক্যাবল ডিজাইনের প্রধান দুটি বিবেচ্য বিষয় হচ্ছে ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স ও ডাই-ইলেকট্রিক স্ট্রেস।

৮.১ সিঙ্কেল কোর ক্যাবলের ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্সঃ

ক্যাবল কোরের অক্ষ বরাবর লাইন কারেন্ট প্রবাহিত হলেও কিছু পরিমাণ কারেন্ট লিক করে ক্যাবল শীথের দিকে রেডিয়েলি প্রবাহিত হয়। এই লিকেজ কারেন্ট প্রবাহ পথে যে বাধা আসে, তাকে ক্যাবলের ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স বলাে।

প্রশ্নঃ ১। একটি সিঙ্গেল কোর ক্যাবলের ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স নির্ণয়ের সমীকরন প্রতিপাদন কর।

উত্তরঃ ধরি, একটি সিঙ্গেল কোর ক্যাবলের ভেতরের এবং বাহিরের ব্যাসার্ধ যথাক্রমে r_1 এবং r_2 । ক্যাবলের দৈর্ঘ্য l এবং আপেক্ষিক রোধ ρ । এখন x ব্যাসার্ধের ইনসুলেশন লেয়ারের ক্ষুদ্র অংশ dx কল্পনা করি।



যে দৈর্ঘ্যের মধ্যে দিয়ে লিকেজ কারেন্ট প্রবাহিত হয় তা হল dx এবং উহার ক্রস সেকশন এরিয়া $= 2\pi Ix$ ।

ক্ষুদ্র অংশের ইনসুলেশন রোধ dR হলে $dR = \rho \frac{dx}{2\pi Ix}$ ।

অতএব সমগ্র ক্যাবলের ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স

$$R = \int dR = \int_{r_1}^{r_2} \rho \frac{dx}{2\pi xl}$$
$$= \frac{\rho}{2\pi l} \log_e \frac{r_2}{r_1} \quad \text{।}$$

প্রশ্ন নং ২। সিঙ্গেল কোর ক্যাবলের ক্ষেত্রে দেখাও যে, $\frac{g_{max}}{g_{min}} = \frac{D}{d}$ ।

উত্তরঃ ধরি, সিঙ্গেল কোর ক্যাবলের কোর ব্যাস = d

অভ্যন্তরিন শীথ ব্যাস = D

কন্ডাক্টর এবং শীথের মধ্যে ভোল্টেজ = V

ক্যাবলের কেন্দ্র থেকে x মিটার দূরে কোন

বিন্দুতে ইলেকট্রিক ইনটেনসিটি

$$E_x = \frac{Q}{2\pi\epsilon_r\epsilon_0 x} \text{ ভোল্ট/মিটার।}$$

$$g = E_x = \frac{Q}{2\pi\epsilon_r\epsilon_0 x} \text{ ভোল্ট/মিটার।} \dots\dots\dots(১)$$

$$V = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0\epsilon_r} \log_e \frac{D}{d} \lambda$$

$$Q = \frac{2\pi\epsilon_0\epsilon_r V}{\log_e \frac{D}{d}} \lambda$$

$$g = \frac{V}{x \log_e \frac{D}{d}} \lambda$$

$$g_{max} = \frac{2V}{d \log_e \frac{D}{d}} \lambda \dots \dots \dots (2).$$

$$g_{min} = \frac{2V}{D \log \frac{D}{d}} \lambda \dots \dots \dots (3).$$

From 2 & 3 we get

$$\frac{g_{max}}{g_{min}} = \frac{D}{d} \lambda (\text{প্রমানিত})$$

সমস্যাবলীঃ

■ এক কোরপ্রতিকিলোমিটারক্যাবলেরইনসুলেশনরেজিস্ট্যান্স ৫০০ মাইক্রো ওহম । যদি কোরেরব্যাস ৩.৫ সে.মি. এবংইনসুলেশনরেজিস্টিভিটি $৫ \times 10^{14} \pi$ -পস হয়, তাহলেইনসুলেশনেরপুরুত্ব কত হবে?

■ একটি সিঙ্গেল কোর ক্যাবলের সবোর্চ ও সর্বনিম্ন ডাই-ইলেকট্রিক স্ট্রেস যথাক্রমে ৬০ কেভি/সেমি (rms) এবং ১৫ কেভি/সেমি(rms)। যদি কন্ডাক্টরের ব্যাস ৪ সেমি হয়, তাহলে নির্ণয় কর ১। ইনসুলেশন পুরুত্ব এবং ২। অপারেটিং ভোল্টেজ।

প্রশ্নবলীঃ

১। ক্যাবলের ব্রেকডাউন ভোল্টেজ বলতে কি বুঝ?

২। ডাই-ইলেকট্রিক স্ট্রেস বলতে কি বুঝ?

৩। ক্যাবলের কোথায় ডাই-ইলেকট্রিক স্ট্রেস সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন হয়?

৪। ক্যাবলের ক্ষেত্রে প্রমাণ কর যে,

$$R_i = \frac{D}{2\pi L} \log_e \frac{r_2}{r_1} |$$

9th Chapter

Capatance of Underground Cable

■ ৯.০ আন্ডার গ্রাউন্ড ক্যাবলঃ আন্ডার গ্রাউন্ড ক্যাবল কয়েক স্তর ইনসুলেশন ও শীথের সমন্বয়ে তৈরী করা হয়।

■ ৯.১ সিঙ্গেল কোর ক্যাবল ক্যাপাসিটেন্স ও তার সমীকরনঃ

প্রশ্নঃ একটি সিঙ্গেল কোর ক্যাবলের ক্যাপাসিটেন্স নির্ণয়ের সমীকরনটি নিরূপন কর।

অথবা দেখাও যে সিঙ্গেল

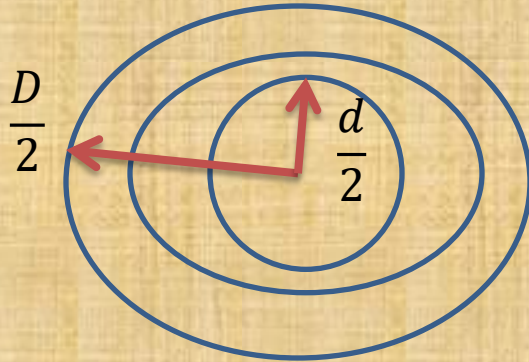
কোর ক্যাবলের ক্যাপাসিটেন্স $C = \frac{2\pi\epsilon_0\epsilon_r}{\log_e \frac{D}{d}}$ ।

উত্তরঃ মনে করি একটি সিজেল কোর ক্যাবলের কনডাক্টর ডায়ামিটার d , এবং ইনার শীথ ডায়ামিটার D । ধরি, প্রতিমিটার এক্সিয়াল Length এর চার্জ Q coulombs। ϵ কোর এবং Lead sheath এর মধ্যে Insulation material এর পারমিটিভিটি।

ϵ_r হল রিলেটিভ পারমিটিভিটি। ধরি, x মিটার ব্যাসার্ধের একটি সিলিন্ডারের এক্সিয়াল Length 1 metre।

তাহলে সিলিন্ডারের পৃষ্ঠতলের ক্ষেত্রফল $= 2\pi x m^2$ ।

অতএব ইলেকট্রিক ফ্লাক্স ইনটেনসিটি $D_x = \frac{Q}{2\pi x} C/m^2$ ।



$$\begin{aligned}
 \text{ইনটেনসিটি } E_x &= \frac{D_x}{\epsilon} \\
 &= \frac{Q}{2\pi\epsilon x} \\
 &= \frac{Q}{2\pi x \epsilon_0 \epsilon_r} \text{ | ভোল্ট/মিটার}
 \end{aligned}$$

এখন কন্ডাক্টর এবং শীথের মধ্যে বিভব পার্থক্য

$$\begin{aligned}
 V &= \int_{\frac{d}{2}}^{\frac{D}{2}} E_x dx = \int_{\frac{d}{2}}^{\frac{D}{2}} \frac{Q}{2\pi\epsilon_0\epsilon_r x} dx \\
 &= \frac{Q}{2\pi\epsilon_0\epsilon_r} \log_e \frac{D}{d} \text{ |} \\
 C &= \frac{2\pi\epsilon_0\epsilon_r}{\log_e \frac{D}{d}} \frac{F}{m} \text{ |}
 \end{aligned}$$

☞ সমস্যাবলীঃ ২, ৩, ৪ ইত্যাদি।

১। এক কিলোমিটার দীর্ঘ ক্যাবলের কোরের ব্যাস ১২ সেমি, এবং ইনসুলেশনের পুরুত্ব ৮ সেমি। ইনসুলেশনের পারমিটিভিটি ৪। যদি ক্যাবলটি ৩-ফেজ, ৬৬ কেভি, ৫০ হার্টজ লাইনে ব্যবহৃত হয়, তবে নির্ণয় করঃ

ক) ক্যাপাসিটেন্স

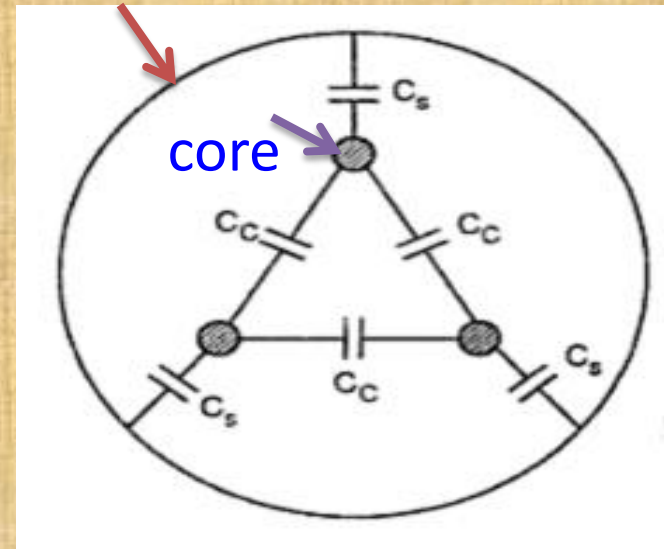
খ) চার্জিং কারেন্ট।

■ ৯.৩ : তিন কোর ক্যাবল ক্যাপাসিটেন্স ও তার সমীকরণ

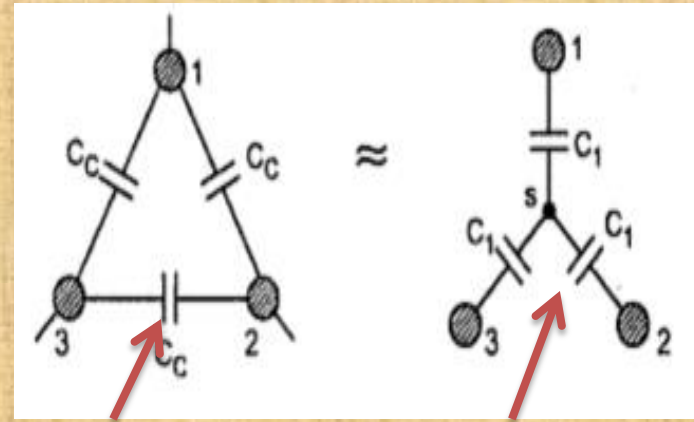
■ ৯.৪ সমস্যাকলী

☞ ক্যাবলের কোর টু কোর এর মধ্যে এবং কোর টু শীথের মধ্যে ক্যাপাসিটেন্স ফর্মের চিত্র।

sheath



☞ কোর টু কোর এবং কোর টু শীথের মধ্যে পৃথক চিত্রঃ



কোর টু কোর

কোর টু শীথ

☞ সূত্র : $C_N = 3 C_1 + C_2$ ।

এখানে C_1 হচ্ছে কোরটুকোর ক্যাপাসিটেন্স এবং C_2 হচ্ছে কোরটুশীথ এর মধ্যে ক্যাপাসিটেন্স ।

$$I_C = \omega C_N V_P \text{ amps ।}$$

সমস্যাবলীঃ

১। একটি তিন-ফেজ ৬৬ কেভি, ৫০ হার্টজ, ১০০ কিলোমিটার একটি কোর এবং শীথের মাঝে ০.২৫ মাইক্রোফেরাড এবং দুটি কোরের মাঝে ০.০৯ মাইক্রোফেরাড ক্যাপাসিটেন্স থাকলে চার্জিং কারেন্ট নির্ণয় কর ।

উদাহরণঃ ২, ৩, ৫ করতে হবে ।



প্রশ্নঃ

- ১। ক্যাবল গ্রেডিং বলতে কি বুঝ?
- ২। ক্যাবল গ্রেডিং করা হয় কেন?
- ৩। ক্যাবলের ব্রেকডাউন ভোল্টেজ বলতে কি বুঝ?
- ৪। ক্যাবলের ব্রেকডাউন ভোল্টেজের মান কিভাবে বৃদ্ধি করা যায়?
- ৫। ক্যাবল গ্রেডিং এর সুবিধা কি?

THANKS ALL

ALLAH HAFEZ