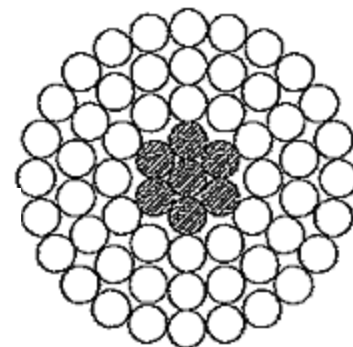


IV. TÍNH TOÁN CÁC THAM SỐ CỦA MẠNG ĐIỆN

4.1 Tổng trở và tổng dẫn của đường dây

4.1.1 Cấu tạo dây dẫn trên không



ACSR (Aluminum Conductors Steel Reinforced)

AAC (All-Aluminum Conductor)

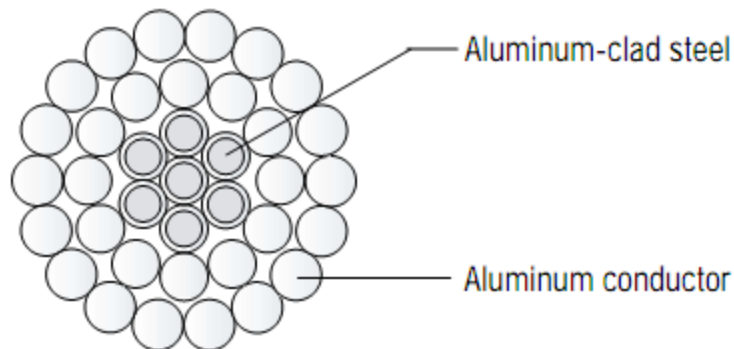
AAAC (All-Aluminum-Alloy Conductor)

ACAR (Aluminum Conductor Aluminum – Alloy Reinforced)

ACCC (Aluminum Conductor composite Core)

GTACSR (Gap type thermal-resistant aluminum alloy conductor steel reinforced)

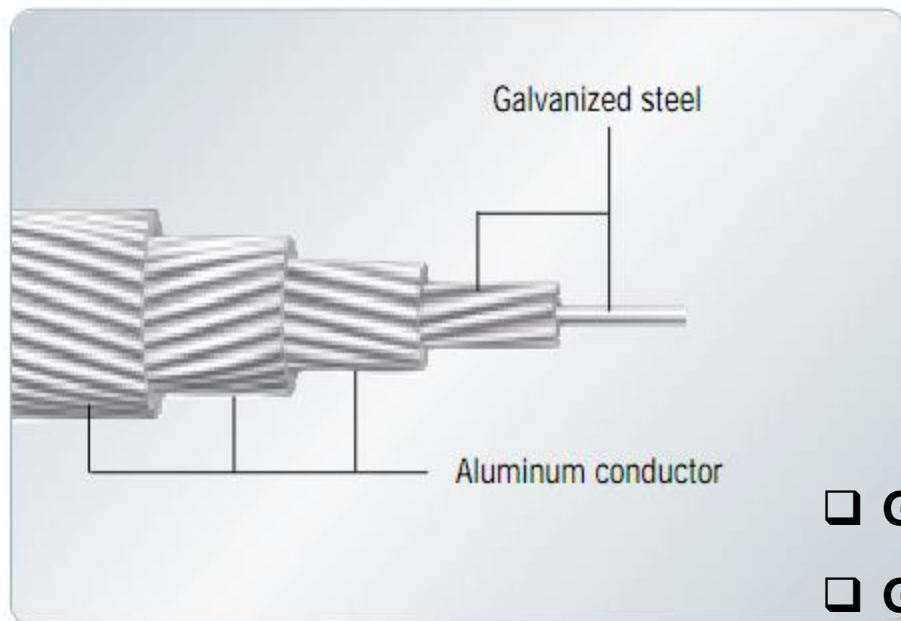
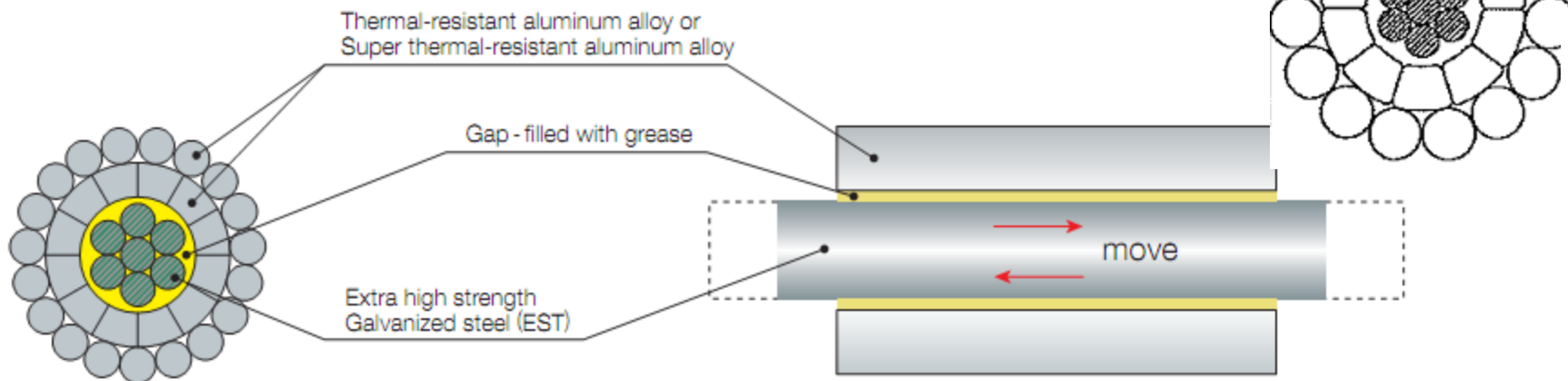
GZTACSR (Gap type super thermal-resistant aluminum alloy conductor steel reinforced)



IV. TÍNH TOÁN CÁC THAM SỐ CỦA MẠNG ĐIỆN

4.1 Tổng trở và tổng dẫn của đường dây

4.1.1 Cấu tạo dây dẫn trên không

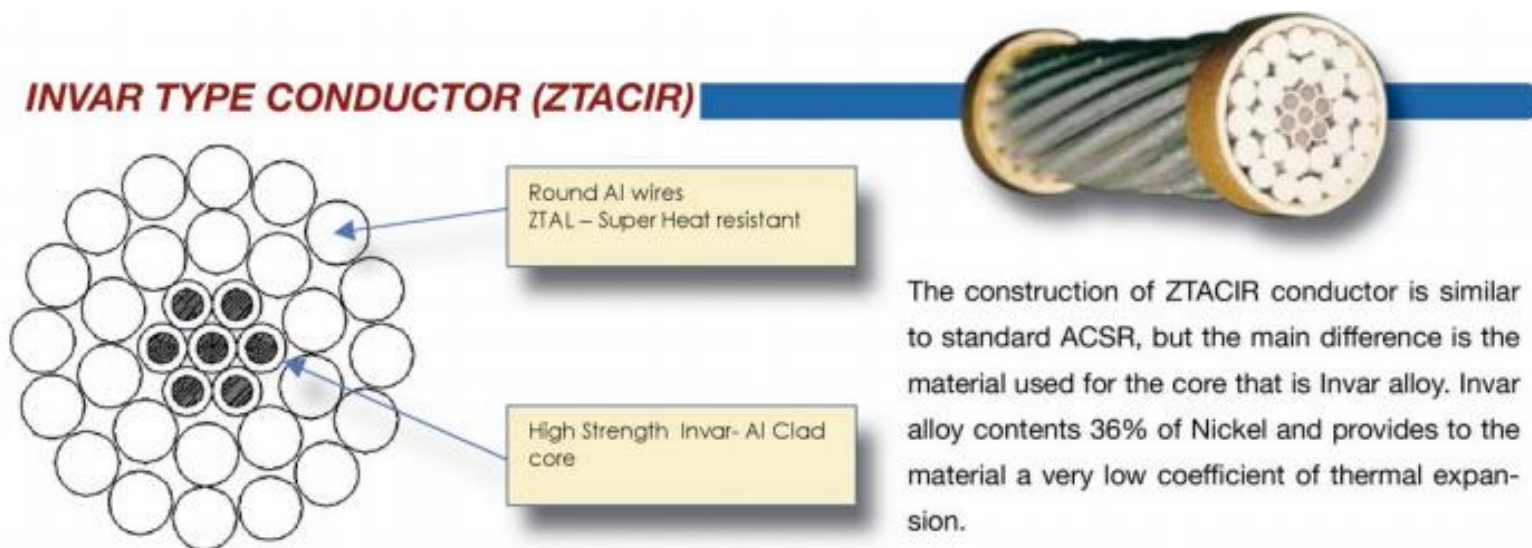


- GTACSR
- GZTACSR

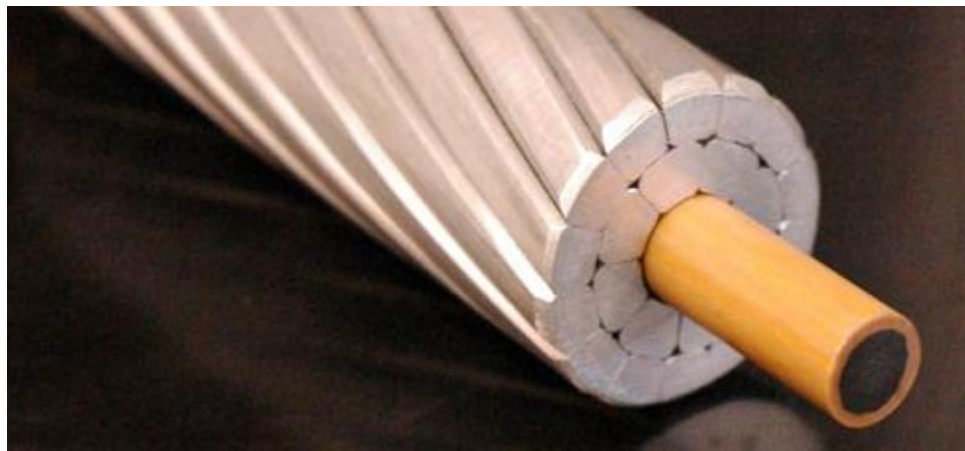
IV. TÍNH TOÁN CÁC THAM SỐ CỦA MẠNG ĐIỆN

4.1 Tổng trở và tổng dẫn của đường dây

4.1.1 Cấu tạo dây dẫn trên không



□ ACCC



4.1 Tổng trở và tổng dẫn của đường dây

4.1.1 Cấu tạo dây dẫn trên không

Ký hiệu dây dẫn:

-Dây Pháp: Dây hợp kim nhôm dùng ở Pháp có tên Almelec được tiêu chuẩn bằng ký hiệu AGS/L

-Dây Nga: được ký hiệu bằng chữ cái và chữ số:

+Chữ cái dùng chỉ vật liệu làm ra dây đó. M: đồng, A: nhôm, AC: nhôm lõi thép, ACY: nhôm lõi thép tăng cường, ПС: thép

+Chữ số chỉ tiết diện của dây dẫn (mm^2)

-Dây Mỹ: đơn vị đo lường của Mỹ khác với đơn vị đo lường quốc tế

+Circular mil (CM) dùng làm đơn vị của tiết diện dây, là tiết diện tròn có đường kính 1 mil hay 0,001inch.

$$1\text{CM}=0,001\text{inch}^2=0,001^2\text{inch}^2=0,001^2\times 25,4^2\text{mm}^2=6,4516\times 10^{-4}\text{mm}^2$$

Bội số của CM là MCM, $1\text{MCM}=1000\text{CM}\approx 0,5\text{mm}^2$.

+VD: Dây ACSR 759MCM=759x0,5=379x0,5 mm^2 tương đương với dây ACO400 hay ACY400 của Nga

2. CÁC THÔNG SỐ ĐƯỜNG DÂY TRUYỀN TẢI TRÊN KHÔNG

2.1 Các phần tử chính của ĐD truyền tải trên không

4.1.2 Điện trở dây dẫn

□ Điện trở DC của dây dẫn

$$R_{dc,T} = \frac{\rho_T \cdot l}{A} \quad \Omega$$

- ✓ Hình xoắn ốc các sợi dây
- ✓ Nhiệt độ
- ✓ Tần số (hiệu ứng bề mặt)
- ✓ Cường độ dòng điện

□ Những sợi dây dẫn được quấn theo hình xoắn ốc thì nó làm thay đổi hướng, tăng chiều dài dây dẫn từ 1-2% so với chiều dài thực tế. Do đó, điện trở dc của sợi dây dẫn có giá trị lớn hơn thực tế 1-2%

□ Điện trở AC thường cao hơn điện trở DC: đối với hệ thống có tần số 60 Hz thì điện trở AC cao hơn DC khoảng 2 %

□ Ảnh hưởng của nhiệt độ lên dây dẫn

Nếu điện trở dây dẫn là R_{t_1} ở nhiệt độ t_1 °C biết trước, điện trở R_{t_2} ở nhiệt độ t_2 °C

Có thể tính bằng biểu thức (với α ở 20 °C được cho ở bảng sau)

$$\frac{R_{t_2}}{R_{t_1}} = \frac{1 / \alpha_0 + t_2}{1 / \alpha_0 + t_1}, \quad \text{hoặc} \quad R_{t_2} = R_{20^\circ C} \left[1 + \alpha (t_2 - 20) \right]$$

2.1 Các phần tử chính của ĐD truyền tải trên không

4.1.2 Điện trở dây dẫn

□ Điện trở DC của dây dẫn

$$R_{dc,T} = \frac{\rho_T \cdot l}{A} \quad \Omega$$

- ✓ Hình xoắn ốc các sợi dây
- ✓ Nhiệt độ
- ✓ Tần số (hiệu ứng bề mặt)
- ✓ Cường độ dòng điện

□ Những sợi dây dẫn được quấn theo hình xoắn ốc thì nó làm thay đổi hướng, tăng chiều dài dây dẫn từ 1-2% so với chiều dài thực tế. Do đó, điện trở dc của sợi dây dẫn có giá trị lớn hơn thực tế 1-2%

□ Điện trở AC thường cao hơn điện trở DC: đối với hệ thống có tần số 60 Hz thì điện trở AC cao hơn DC khoảng 2 %

□ Ảnh hưởng của nhiệt độ lên dây dẫn

$$\frac{R_{\tau_2}}{R_{\tau_1}} = \frac{1 / \alpha_0 + t_2}{1 / \alpha_0 + t_1}, \quad \text{hoặc} \quad R_{\tau_2} = R_{20^{\circ}C} \left[1 + \alpha (t_2 - 20) \right]$$

R_1, R_2 : điện trở dây dẫn tại nhiệt độ t_1, t_2 ($^{\circ}C$)

T: nhiệt độ không đổi phụ thuộc vào vật liệu chế tạo dây dẫn, dây nhôm $T \approx 228$

4.1 Tổng trở và tổng dẫn của đường dây

4.1.2 Điện trở dây dẫn

| Kim loại | Điện trở suất | Hệ số nhiệt điện trở α ($^{\circ}\text{C}^{-1}$) ở 20°C |
|-------------|---------------|--|
| Nhôm | 2,83 | 0,0039 |
| Đồng cứng | 1,77 | 0,00382 |
| Đồng thường | 1,72 | 0,00393 |
| Sắt | 10,00 | 0,005 |
| Thép | 12-88 | 0,01-0,005 |
| Bạc | 1,53 | 0,0038 |
| Đồng thau | 6,4-8,4 | 0,002 |

Hoặc

$$R_t = R_0 [1 + \alpha_0 t]$$

R_1 : Điện trở của dây dẫn ở $t^{\circ}\text{C}$

R_0 : Điện trở của dây dẫn ở 0°C

α_0 : hệ số nhiệt điện trở của dây dẫn ở 0°C

2.1 Các phần tử chính của ĐD truyền tải trên không

2.1.1 Điện trở dây dẫn

Hiệu ứng mặt ngoài của dây dẫn do tần số

- ❑ Khi dòng AC đi qua dây dẫn, dòng điện sẽ phân bố không đều trên tiết diện dây dẫn, mật độ dòng điện ở mặt ngoài sẽ cao hơn mật độ dòng điện ở trung tâm dây dẫn → tổn thất công suất lớn hơn khi dòng điện qua dây dẫn là dòng điện DC có cùng cường độ dòng điện
- ❑ Điện trở AC thường cao hơn điện trở DC: đối với hệ thống có tần số 60 Hz thì điện trở AC cao hơn DC khoảng 2 %
- ❑ Điện trở hiệu dụng xoay chiều của dây dẫn được tính như là tổn thất công suất trung bình trong dây dẫn chia cho dòng điện cùng pha

$$R = \frac{\Delta U}{I}$$

2.1 Các phần tử chính của ĐD truyền tải trên không

2.1.2 Điện cảm và cảm kháng dây dẫn

Điện cảm của ĐD truyền tải phụ thuộc vào vị trí giữa các dây dẫn và kích thước **dây dẫn**

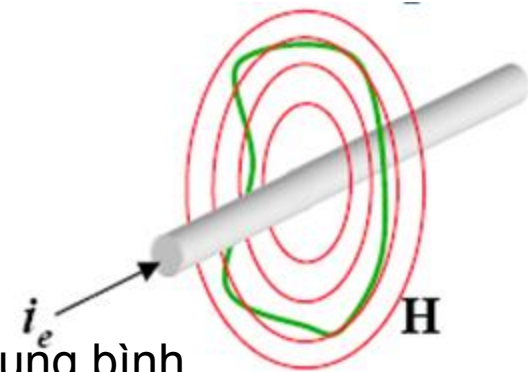
Từ trường H ở khoảng cách x tính từ tâm dây dẫn mang dòng I(A)

$$H = \frac{I}{2\pi x} \text{ (A.vòng / m)}$$

Mật độ từ cảm dọc theo dây dẫn được xác định

$$B = \mu H \text{ [webers/m}^2 \text{]}$$

μ là độ từ thẩm trung bình



Và mật độ từ thông dọc bề mặt tự do là:

$$B = \frac{2 \cdot 10^{-7} I}{x} \text{ (Wb / m}^2 \text{)}$$

Mặt khác, từ cảm B được sinh ra và tỉ lệ thuận với dòng điện và được xác định như sau

$$\lambda = Li$$

2.1 Các phần tử chính của ĐD truyền tải trên không

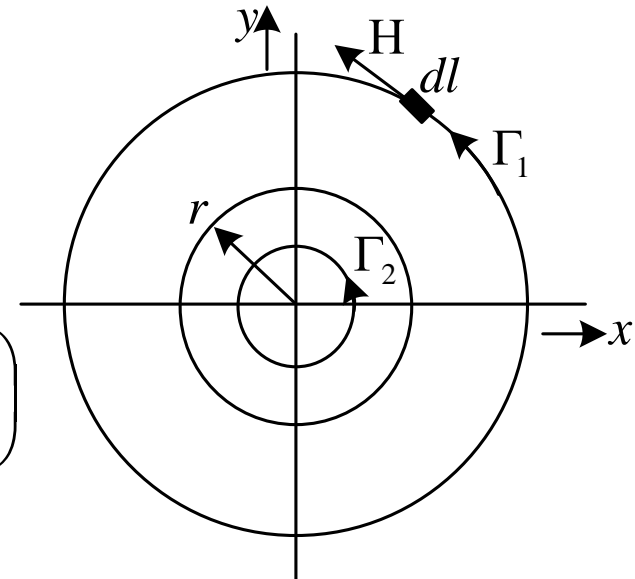
2.1.2 Điện cảm và cảm kháng dây dẫn

□ Từ thông móc vòng của dây dẫn thẳng dài vô hạn

Giả sử dây dẫn thẳng dài vô hạn có bán kính r , mật độ điện phân bố đều trong dây dẫn và có tổng dòng điện là i . Theo tính chất vật lý cơ bản chúng ta biết những đường từ thông có dạng những đường tròn đồng tâm. Giả sử dòng điện trong dây dẫn đi ra ngoài của mặt trang giấy. Hướng của từ thông theo quy tắc vắn nút chai

❖ Từ thông móc vòng trên một mét chiều dài của dây bằng tổng từ thông móc vòng bên ngoài và bên trong dây dẫn

$$\lambda = \lambda_{ng} + \lambda_{tr} = \frac{\mu_0 i}{2\pi} \left(\frac{\mu_r}{4} + \ln \frac{R}{r} \right) = 2 \cdot 10^{-7} i \left(\frac{\mu_r}{4} + \ln \frac{R}{r} \right)$$



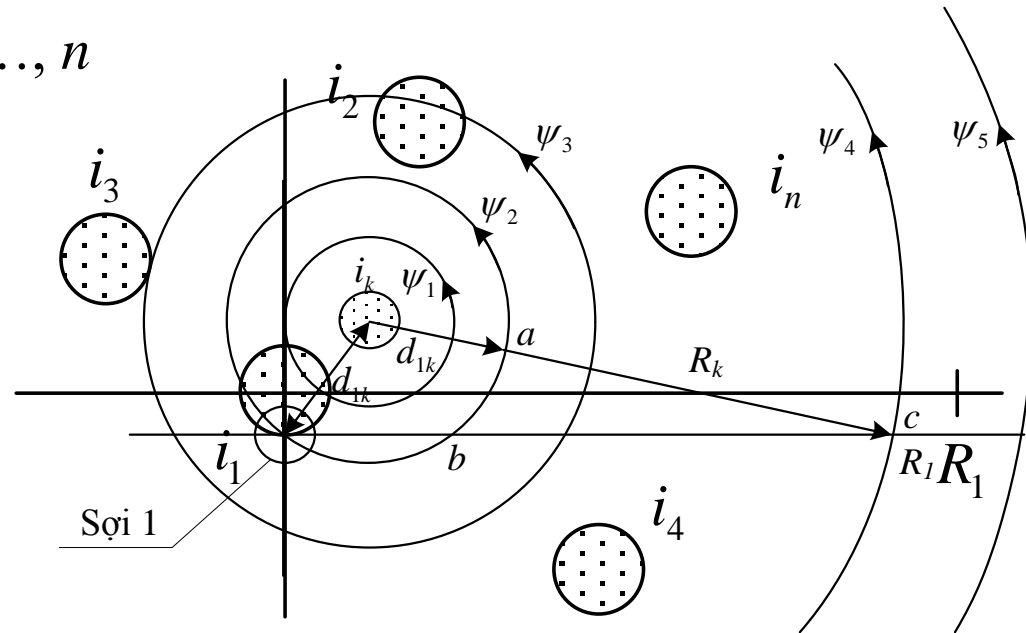
2.1 Các phần tử chính của ĐD truyền tải trên không

2.1.2 Điện cảm và cảm kháng dây dẫn

□ Từ thông móc vòng đối với dây cáp nhiều sợi

- ❖ Khảo sát tính toán từ thông móc vòng của sợi 1 tới bán kính R_1 từ góc tọa độ
- ❖ Sợi 1 bị ảnh hưởng bởi sợi 2, 3, ..., n
- ❖ Tất cả từ thông tạo ra bởi dòng điện i_k đi qua giữa điểm b và điểm c của trục x
- ❖ Từ thông móc vòng của sợi 1 chịu ảnh hưởng bởi dòng điện i_k được xác định:

$$\lambda_{1k} = \frac{\mu_0 i_k}{2\pi} \ln \frac{R_k}{d_{1k}}$$



- ❖ Tổng từ thông móc vòng của cuộn 1 tới bán kính R_1 từ sợi 1

$$\lambda_1 = \frac{\mu_0}{2\pi} \left[i_1 \left(\frac{\mu_r}{4} + \ln \frac{R_1}{r_1} \right) + i_2 \ln \frac{R_2}{d_{12}} + \dots + i_n \ln \frac{R_n}{d_{1n}} \right]$$

2.1 Các phần tử chính của ĐD truyền tải trên không

2.1.2 Điện cảm và cảm kháng dây dẫn

Trong trường hợp tổng quát $\lambda_1 \rightarrow \infty$ khi $R_1 \rightarrow \infty$, nhưng trong trường hợp thực tế, chúng ta quan tâm đến những dòng điện tức thời trong dây dẫn

$$\lambda_1 = \frac{\mu_0}{2\pi} \left(i_1 \ln \frac{1}{r_1'} + i_2 \ln \frac{1}{d_{12}} + \dots + i_n \ln \frac{1}{d_{1n}} \right) \quad (*)$$

Trong đó bán kính đẳng trị của dây dẫn

$$r_1' = r_1 e^{-\mu_r / 4}$$

Từ thông móc vòng trên một mét chiều dài của sợi thứ k là

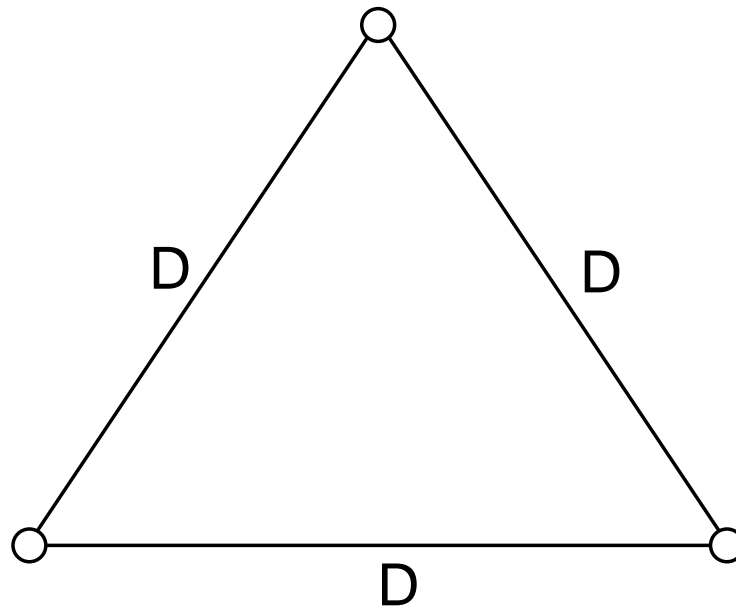
$$\lambda_k = \frac{\mu_0}{2\pi} \left(i_1 \ln \frac{1}{d_{1k}} + \dots + i_k \ln \frac{1}{r_k'} + \dots + i_n \ln \frac{1}{d_{kn}} \right)$$

2.1 Các phần tử chính của ĐD truyền tải trên không

2.1.2 Điện cảm và cảm kháng dây dẫn

Ví dụ

Cho đường dây truyền tải 3 pha có khoảng cách các đường dây bằng nhau D và bán kính r của sợi. Giả sử có như trình bày ở hình bên dưới. Tính độ từ cảm trên 1m chiều dài của mỗi pha trong hệ thống 3 pha trên.



2.1 Các phần tử chính của ĐD truyền tải trên không

2.1.2 Điện cảm và cảm kháng dây dẫn

Giải

Sử dụng công thức (*) cho pha a ta có

$$\lambda_a = \frac{\mu_0}{2\pi} \left(i_a \ln \frac{1}{r'} + i_b \ln \frac{1}{D} + i_c \ln \frac{1}{D} \right) = \frac{\mu_0}{2\pi} \left(i_a \ln \frac{1}{r'} - i_a \ln \frac{1}{D} \right) = \frac{\mu_0}{2\pi} i_a \ln \frac{D}{r'}$$

Do đó

$$l_a = \frac{\lambda_a}{i_a} = \frac{\mu_0}{2\pi} \ln \frac{D}{r'} = 2 \times 10^{-7} \ln \frac{D}{r'}$$

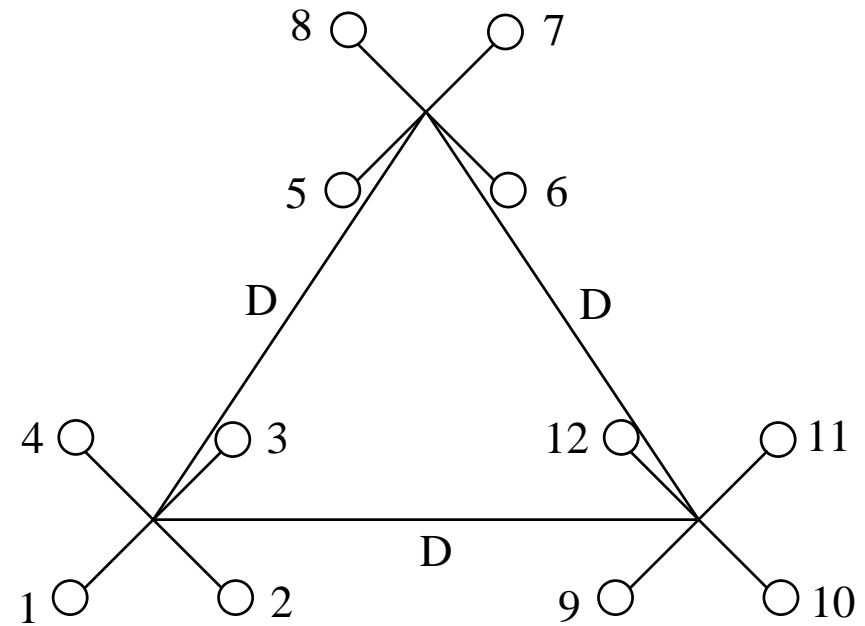
Hỗ cảm của pha a chỉ phụ thuộc vào dòng điện trên pha a. Điều này cũng đúng với pha b và c

$$l_a = l_b = l_c = \frac{\mu_0}{2\pi} \ln \frac{D}{r'}$$

2.1 Các phần tử chính của ĐD truyền tải trên không

Đường dây truyền tải phân pha

Để giảm hồ cảm \rightarrow giảm khoảng cách giữa những đường dây và tăng bán kính cáp \rightarrow Khi giảm khoảng cách giữa các pha nên chú ý đến sự đánh thủng cách điện do quá điện áp. Nói cách khác, chi phí đầu tư, trọng lượng và sự mềm dẻo của cáp cũng là vấn đề cần quan tâm khi tăng bán kính cáp. Trong thực tế điện áp từ 220 kV trở lên thì đường dây truyền tải được phân pha, nghĩa là đường dây truyền tải của từng pha được chia làm nhiều cáp có bán kính r đặt cách nhau một khoảng a và đặt trên 1 khung định vị \rightarrow để giảm tổn thất vầng quang, giảm điện kháng X_0 , tăng khả năng tải đường dây



2.1 Các phần tử chính của ĐD truyền tải trên không

Đường dây truyền tải phân pha (tt)

$$l_a \approx \frac{l_1}{4} = \frac{\mu_0}{2\pi} \ln \frac{D}{R_b} = 2 \times 10^{-7} \ln \frac{D}{R_b}$$

GMR phải được xác định phù hợp với sợi cáp phân pha trong búi dây.
Giả sử có b sợi cáp trong búi dây, R_b được xác định như sau

$$R_b = (r' d_{12}, \dots, d_{1b})^{1/b} \quad b \geq 2$$

2.1 Các phần tử chính của ĐD truyền tải trên không

Đường dây truyền tải phân pha (tt)

- a) Nếu chúng ta xem bó dây tương đương với một cáp rỗng bên trong, nhằm làm tăng bán kính của cáp
- b) Đối với đường dây cao áp (từ 220 kV trở lên) thì trường điện từ sinh ra lớn xung quanh cáp. Nếu trường điện từ này đủ lớn sẽ gây ra hiện tượng ion hóa vùng không khí đó. Điều không mong muốn này gọi là hiện tượng corona. Hiện tượng corona cũng là một trong những nguyên nhân gây ra tổn thất trên đường dây truyền tải, nhiễu radio và gây ồn. Nếu bán kính dây dẫn lớn sẽ làm giảm từ trường sinh ra xung quanh bề mặt dây dẫn. Trong thực tế, người ta dùng đường dây phân pha cho hệ thống truyền tải cao áp nhằm làm tăng bán kính dây dẫn.
- c) So với hệ thống truyền tải dùng một cáp có cùng diện tích mặt cắt ngang của bó dây nhiều sợi cáp thì diện tích tiếp xúc dây dẫn với không khí sẽ lớn hơn nên giải nhiệt tốt hơn, do đó có thể truyền tải dòng điện lớn hơn giới hạn nhiệt của cáp.

2.1 Các phần tử chính của ĐD truyền tải trên không

Tính toán điện kháng của dây dẫn

□ Cảm kháng

$$l = \frac{\mu_0}{2\pi} \ln \frac{D_m}{R_b} = 2 \times 10^{-7} \ln \frac{D_m}{R_b} \quad [\text{H/m}]$$

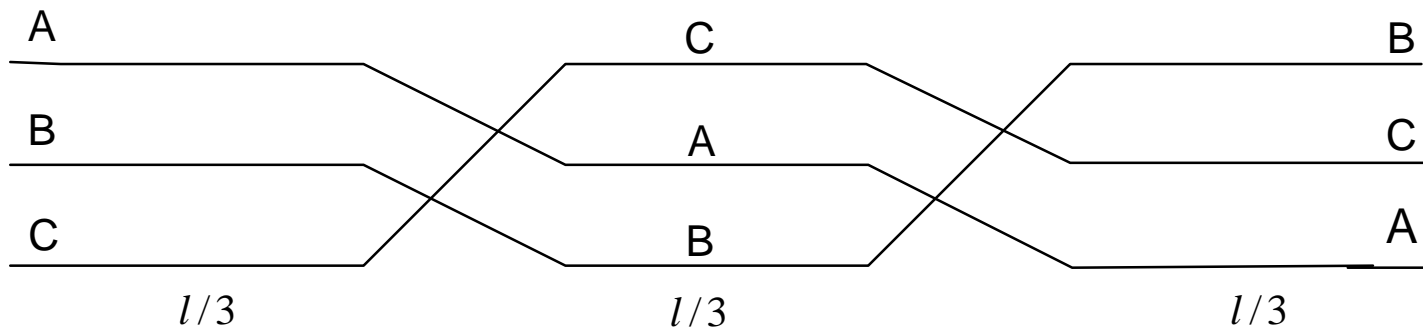
□ Điện cảm kháng

$$X_L = \omega l = 2\pi f \times l$$

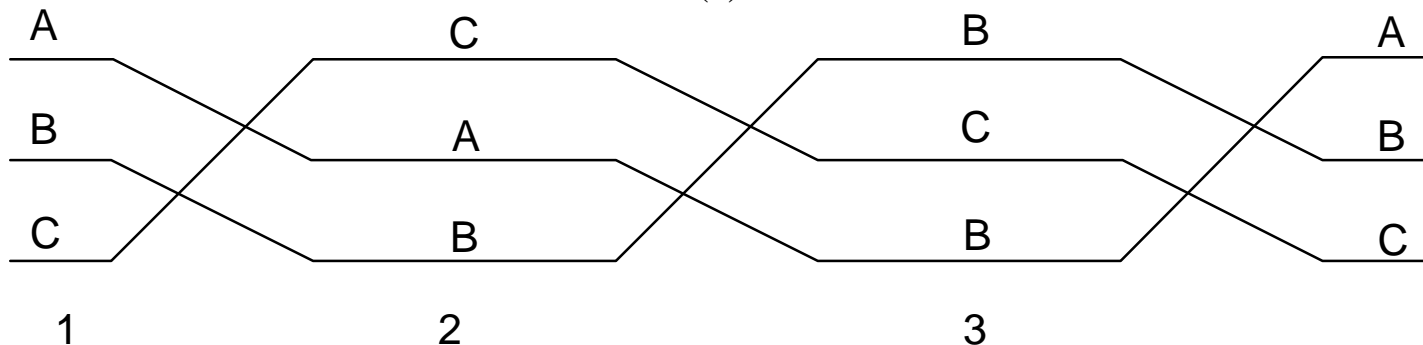
2.1 Các phần tử chính của ĐD truyền tải trên không

Tính toán điện kháng của dây dẫn (tt)

- Hổ cảm phụ thuộc độ dài, khoảng cách giữa các dây dẫn, do đó hổ cảm giữa các dây dẫn khác nhau là khác nhau. Điều này sẽ gây ra không đối xứng về dòng điện, điện áp trong lưới điện. Do đó, khắc phục nhược điểm này người ta hoán vị dây dẫn sao cho mỗi pha của 1 đường dây lần lượt ở 3 vị trí khác nhau



(a)



(b)

2.1 Các phần tử chính của ĐD truyền tải trên không

Tính toán điện kháng của dây dẫn (tt)



2.1 Các phần tử chính của ĐD truyền tải trên không

Tính toán điện dẫn

- Xác định điện dung

$$C = 2\pi\epsilon \frac{l}{\ln \frac{D_m}{r}} \quad [F / m]$$

- Xác định dung dẫn

$$B_0 = 2\pi f \cdot C_0 = \omega \cdot C_0 \quad [\Omega / m]$$

- Xác định dung kháng

$$X_C = \frac{1}{B} = \frac{1}{f} \times 1,779 \times 10^6 \ln \frac{D_m}{r} \quad [\Omega - \text{mi}]$$

2.1 Các phần tử chính của ĐD truyền tải trên không

Tổn thất vàng quang

- ❑ Tổn thất vàng quang → cường độ điện trường vượt qua ngưỡng nhất định → ion hóa không khí xung quanh dây dẫn → điện năng thoát ra ngoài không khí → phát ra tiếng ồn và ánh sáng
- ❑ Tổn thất vàng quang → xác định bằng thực nghiệm trên các đường dây → phụ thuộc vào thời tiết và cấu trúc đường dây
- ❑ Trong tính toán sơ bộ phục vụ quy hoạch → dùng công thức thực nghiệm. Công thức Mayer là một trong những công thức được dùng

$$\Delta P_{VQ} = n.k.f.r^2.E_{td}(E_{td} - E_{VQ})(2,3.\ln \frac{1350.E_{td}}{f.r} - 1).10^{-5}, kW/km.pha$$

$$E_{td} = \frac{E_{max} - E_{tb}}{2}$$

$$E_{tb} = \frac{U_f}{n.r.\ln(D/r_{td})}$$

Dây không phân pha: $E_{max} = E_{tb}(1+2r/D)$

Dây phân ba: $E_{max} = E_{tb}(1 + 2./D)$

Dây 4: $E_{max} = E_{tb}(1 + 3./D)$

n: số dây dẫn trong 1 pha

f: tần số [Hz]

r: bán kính dây [cm]

E_{VQ} : cường độ điện trường bắt đầu phát sinh vàng quang

E_{td} : cường độ điện trường tương đương có trị số bằng

a: khoảng cách trung bình giữa các dây trong một pha, [cm]

D: khoảng cách trung bình giữa các pha, [cm]

k: hệ số ảnh hưởng của thời tiết

Khi thời tiết tốt $k = 44$ và $E_{VQ} = 17$ [kV/cm]

Khi thời tiết xấu $k = 35,1$ và $E_{VQ} = 11$ [kV/cm]

2.2 Tổng trở và tổng dẫn của cáp ngầm

2.2.1 Điện trở cảm kháng của cáp ngầm

Điện trở DC của cáp ngầm phụ thuộc vào nhiệt độ cáp

$$R = \rho \frac{l}{s}, (\Omega)$$

$$R_t = R_{20} [1 + \alpha_{20} (t - 20)], (\Omega)$$

- l : chiều dài (m)

- ρ : điện trở suất ($\Omega \cdot m$)

- R_t : điện trở dây dẫn ở $t^\circ C$ (Ω)

- R_{20} : điện trở dây dẫn ở $20^\circ C$ (Ω)

- α_{20} : hệ số nhiệt điện trở của dây dẫn ở $20^\circ C$.

- t : nhiệt độ của dây dẫn ($^\circ C$)



2.2 Tổng trở và tổng dẫn của cáp ngầm

2.2.1 Điện trở và cảm kháng của cáp ngầm

Điện dung của cáp một lõi.

r : bán kính lõi.

R : bán kính từ tâm đến màn chắn (m).

Từ thông từ tâm lõi đến điểm x cho bởi:

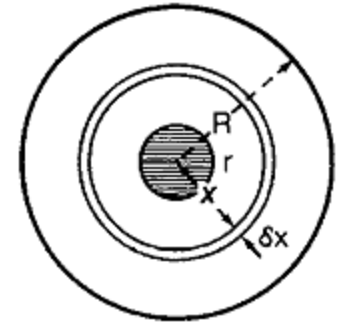
$$D_x = \frac{q}{2\pi x}, \quad (\text{coulomb} / \text{m}^2)$$

Cường độ từ trường tại bán kính x

$$E_x = \frac{D_x}{\epsilon_0 \epsilon_r} = \frac{q}{2\pi x \epsilon_0 \epsilon_r}$$

$-\epsilon_0$: hằng số điện môi của chân không, $10^{-9}/36\pi$

$-\epsilon_r$: hằng số điện môi tương đối của cách điện



2.2 Tổng trở và tổng dẫn của cáp ngầm

2.2.1 Điện trở và cảm kháng của cáp ngầm

sự thay đổi điện thế trên một đoạn dx : $dV = -E_x dx$

Điện áp giữa dây dẫn và lớp cách điện ngoài:

$$V = \int_R^r -E_x dx = -\frac{q}{2\pi\epsilon_0\epsilon_r} \int_R^r \frac{dx}{x} = \frac{q}{2\pi\epsilon_0\epsilon_r} \log_e \left(\frac{R}{r} \right), \quad (v)$$

Điện dung của cáp trên một m chiều dài cho bởi:

$$C = \frac{q}{v} = \frac{2\pi\epsilon_0\epsilon_r}{\log_e(R/r)} = \frac{2\pi\epsilon_r \cdot 10^{-9}}{36\pi \log_e(R/r)} \quad (F / m)$$

$$\text{hay } C = \frac{\epsilon_r}{18 \ln(D/d)} \quad (\mu F / km)$$

- D = đường kính ngoài cách điện (m)

$\epsilon_{XLPE}=2,3$

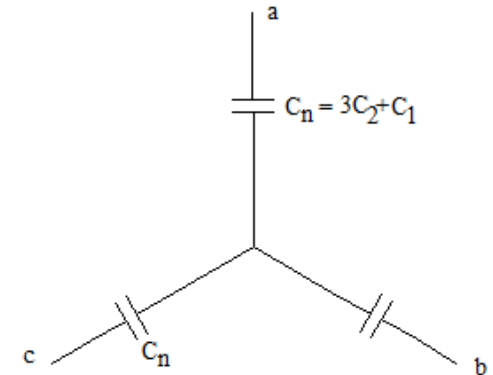
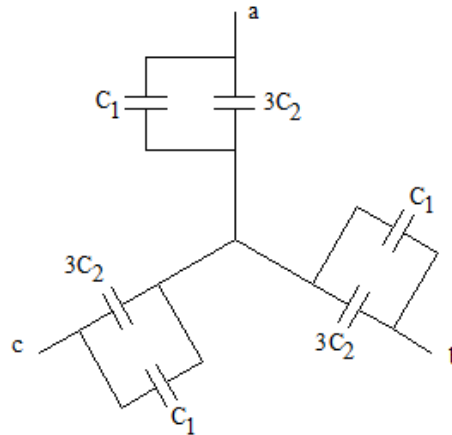
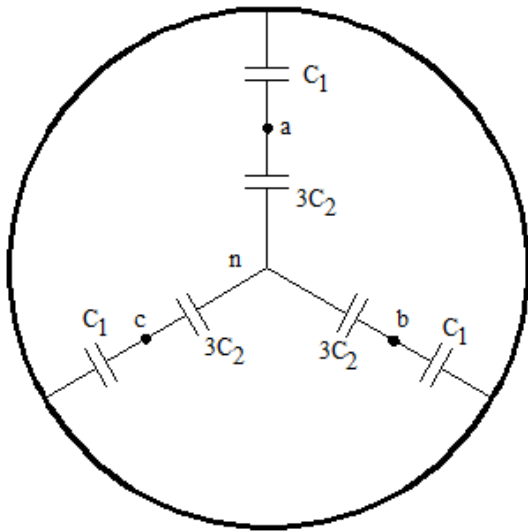
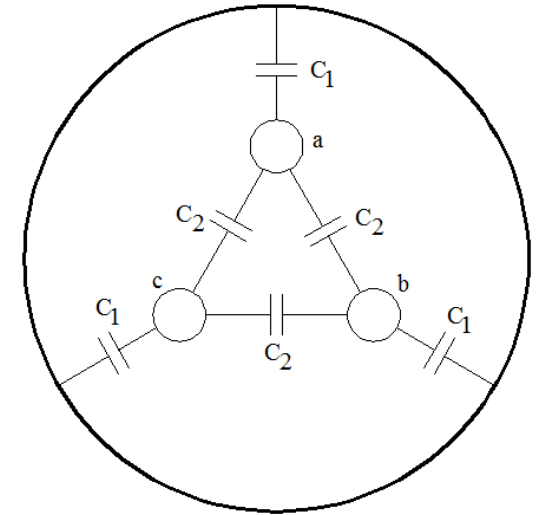
- D = đường kính dây dẫn (m)

4.2 Tổng trở và tổng dẫn của cáp ngầm

2.2.1 Điện trở và cảm kháng của cáp ngầm

Đối với cáp 3 lõi (3 pha) bao gồm điện dung giữa hai lõi cáp với nhau và điện dung giữa lõi và vỏ cáp

Xem như lõi cáp bố trí trên đỉnh của tam giác đều, biến đổi tam giác – sao ta có



- C_1 = điện dung của vỏ với lõi cáp

- C_2 = điện dung giữa lõi với nhau

2.2 Tổng trở và tổng dẫn của cáp ngầm

2.2.1 Điện trở và cảm kháng của cáp ngầm

Tính toán các biểu thức điện dung C_1 , C_2

$$C_1 = \frac{\varepsilon'}{18.10^9 \ln(R_1/R_2)} \quad (F / m)$$

R_1 = bán kính lõi cáp.

R_2 = bán kính vỏ cáp

$$3C_2 = \frac{\varepsilon''}{18.10^9 \ln(D_m/D_s)} \quad (F / m)$$

$-D_s = r$ = bán kính lõi cáp

$-D_m$ = khoảng cách trung bình hình học giữa các lõi cáp

$-\varepsilon', \varepsilon''$ = hằng số điện môi tương đối giữa lõi cáp so với vỏ bọc bên ngoài và giữa cáp với nhau

2.2 Tổng trở và tổng dẫn của cáp ngầm

2.2.1 Điện trở và cảm kháng của cáp ngầm

Điện cảm trên một đơn vị chiều dài của cáp một lõi

$$L = \frac{\mu_o}{2\pi} \ln \frac{R_1}{R_2} \quad (H / m)$$

Điện cảm tính trên chiều dài mỗi pha

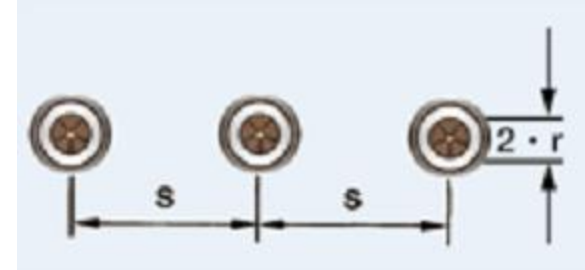
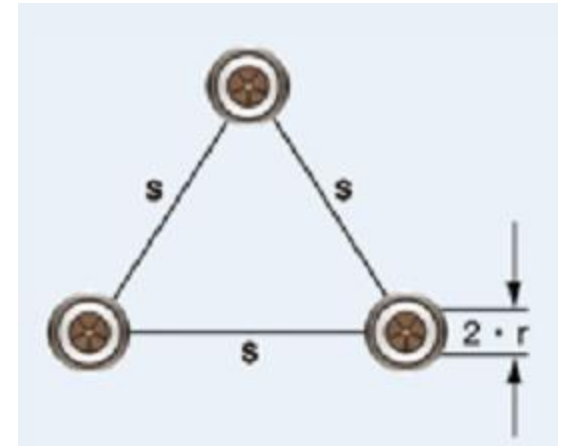
$$L = 0,05 + 0,2 \ln \frac{K \cdot s}{r} \quad (H / km)$$

-K = 1, cáp đặt dạng tam giác

-K = 1,26, cáp đặt nằm ngang

-s = khoảng cách giữa các tâm dây dẫn (mm).

-r = bán kính dây dẫn (mm)



Điện kháng của cáp $X = 2\pi f \cdot \frac{L}{1000} \quad (\Omega / km)$

2.3 Sự tổn thất điện môi và nhiệt của cáp

Đối với đường dây cáp, tổn thất nhiệt thông qua RI^2 của dây dẫn và lớp màng phân cách của các lớp điện môi và tổn thất điện môi của cách điện.

Điện dung cáp có thể xem như bị suy hao và xuất hiện thêm một điện trở tổn thất R_1 như hình vẽ. CS tổn thất trên R

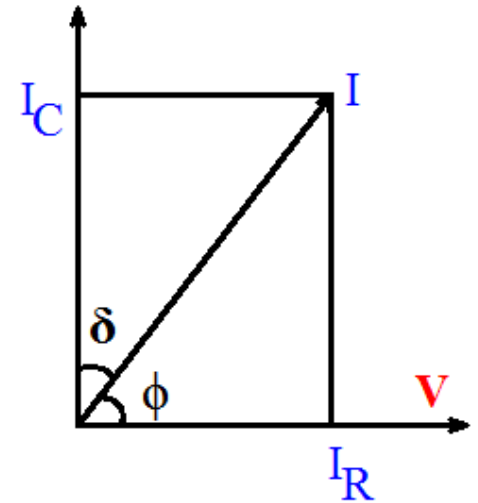
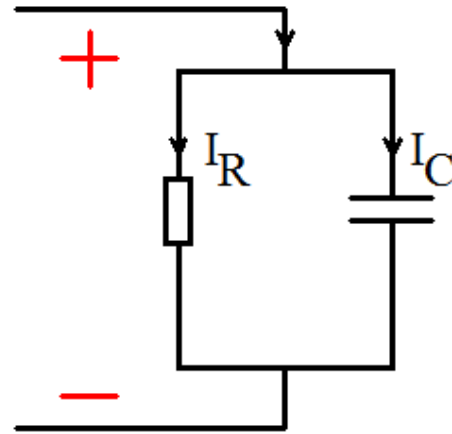
$$P = \frac{V^2}{R}$$

Gọi δ là góc tổn thất.

Φ là góc công suất không tải như hình vẽ ta có: $\operatorname{tg} \delta = \frac{I_R}{I_C} = \frac{V / R}{\omega CV}$

→

$$P = \omega CV^2 \operatorname{tg} \delta = \omega CV^2 \delta$$



Sự gần đúng trong công thức trên khi δ nhỏ

2.3 Sự tổn thất điện môi và nhiệt của cáp

Dòng điện rò thường xuất hiện trên đường dây cáp và có hướng đi qua tâm cáp và xuyên qua lớp điện môi cách điện. Bản chất của dòng điện rò này bị giới hạn bởi cách điện của cáp

Gọi ρ_1 là suất điện trở của lớp điện môi cách điện của cáp. Xét trên một đơn vị chiều dài dr của lớp điện môi có chiều dài 1, khi đó điện trở dR_i của lớp điện môi:

$$dR_i = \frac{\rho_i dr}{2\pi l}$$

Vậy điện trở cách điện của điện môi:

$$R_i = \frac{\rho_i}{2\pi l} \int_{R_2}^{R_1} \frac{dr}{r} = \frac{\rho_i}{2\pi l} \ln \frac{R_1}{R_2}$$

