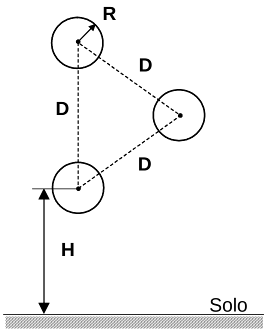
Considere uma linha aérea de transmissão trifásica AT, de 150 kV, com 200 km de comprimentos, na qual os condutores estão dispostos em triângulo equilátero, tal como se representa na figura ao lado.



$R = 1.1\ \text{cm}$
$D = 4\ \text{m}$
$H = 8\ \text{m}$

1. Indutância

1.a) Determine a matriz das indutâncias por unidade de comprimento.

1.b) A partir da matriz das indutâncias, calcule a indutância linear por fase para esta linha.

1.c) Partindo da fórmula geral da indutância de uma linha aérea trifásica, compare o resultado obtido na alínea anterior com as seguintes alternativas para a constituição da linha:

I) triângulo equilátero, com 2 e 3 condutores por fase;

II) linha transposta, disposta em toalha horizontal, com 1, 2 e 3 condutores por fase.

Admita que a distância entre condutores da mesma fase é de 30 cm e que a distância entre fases consecutivas, no caso de toalha horizontal, é D. Considere que a secção por fase se mantém constante, entre soluções alternativas da constituição da linha.

2. Capacidade

2.a) Supondo que a linha não é transposta, determine a matriz das capacidades por unidade de comprimento, considerando a influência da terra.

2.b) A partir da matriz das capacidades, calcule a capacidade linear por fase, mas agora sem considerar a influência da terra.

2.c) Partindo da fórmula geral da capacidade de uma linha aérea trifásica, compare o resultado obtido na alínea anterior com as seguintes alternativas para o desenho da linha:

I) linha transposta, disposta em triângulo equilátero, com 1, 2 e 3 condutores por fase;

II) linha transposta, disposta em toalha horizontal, com 1, 2 e 3 condutores por fase.

Admita que a distância entre condutores da mesma fase é de 30 cm e que a distância entre fases consecutivas, no caso de toalha horizontal, é D. Considere que a secção por fase se mantém constante, entre soluções alternativas da constituição da linha.

Fórmulas Gerais:

$$L \cong \frac{\mu_0}{2\pi} \times \left[\frac{1}{4 \times n} + \ln \frac{MGD}{MGR} \right]$$ H/m; (as aproximações resultam de $D >> d$)

$$C \cong \frac{2\pi\varepsilon_0}{\ln\left(\frac{MGD}{MGR}\right) + \ln\left(\frac{\sqrt[3]{H_{11} \times H_{22} \times H_{33}}}{\sqrt[3]{H_{12} \times H_{13} \times H_{23}}}\right)}$$ F/m; (as aproximações resultam de $D >> d$ e $D >> R$)

$MGD = \sqrt[3]{D_{12} \times D_{13} \times D_{23}}$ - média geométrica da distância entre fases

$MGR = \sqrt[n]{R \times d_1 \times \ldots \times d_{n-1}}$ - média geométrica dos raios

n - nº de condutores por fase

R - raio de um condutor da fase

d - distância entre condutores de uma fase

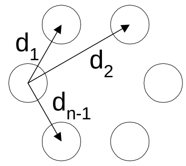
D_{ik} - distância entre as fases i e k;

H_{ik} - distância da fase i à imagem da fase k

$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ H/m - permeabilidade do vazio

$\varepsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}$ F/m - permitividade do vazio

exemplo:
fase com 6 condutores



3. Esquemas equivalentes

Admita agora que a linha apresentada na figura do enunciado é ciclicamente transposta e que tem as seguintes características lineares:

$$r = 1.2 \times 10^{-4} \quad \Omega/m$$
$$g \cong 0 \quad S/m$$

Considere que a linha está a consumir da rede $100\,MVA$ com um factor de potência de 0.94 indutivo, e que a tensão na extremidade de emissão corresponde à tensão nominal.

3.a) Calcule os seguintes parâmetros da linha:
- impedância característica;
- constante de propagação;
- ângulo característico.

3.b) Para o regime de funcionamento considerado para a linha, calcule a tensão e a corrente na extremidade de recepção, aplicando as equações gerais.

3.c) Repetir a alínea anterior, aplicando agora o modelo equivalente em Π para linhas curtas.

3.d) Para o mesmo regime de funcionamento, calcule as perdas Joule totais da linha.