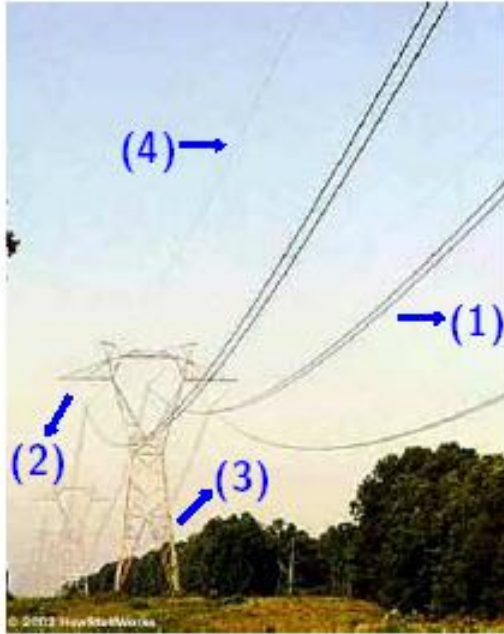


Linhas de Transmissão



Componentes:

- (1) Condutores
- (2) Isoladores
- (3) Estrutura (torres ou postes)
- (4) Cabo pára-raios

Valores Típicos (em kV):

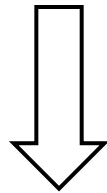
Classes de tensão:

34,5	69	138	230	345	440	500	600 (DC)	765	
MV		HV		EHV					UHV

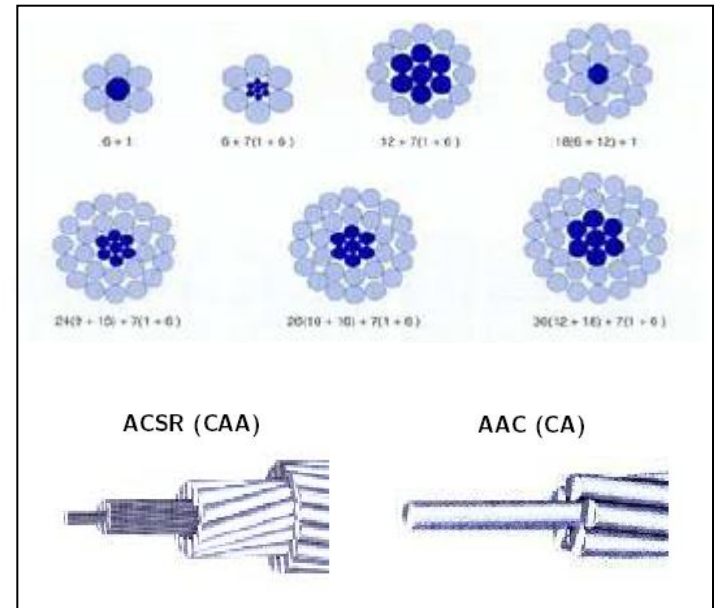
Projeto de LTs

Fatores elétricos:

Tipo e número de condutores por fase
(Capacidade Térmica e Isolação)



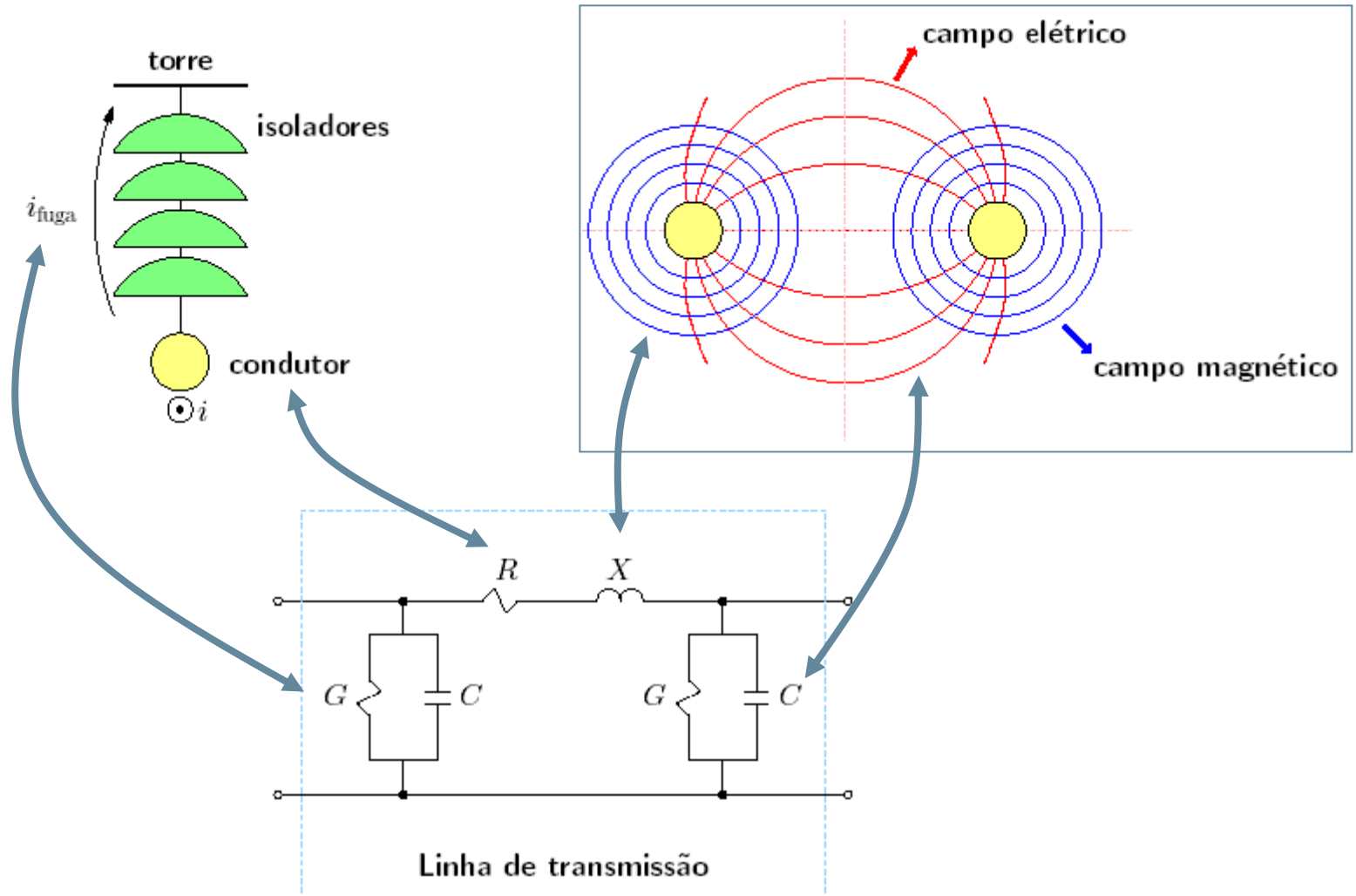
Parâmetros da LT (modelo)



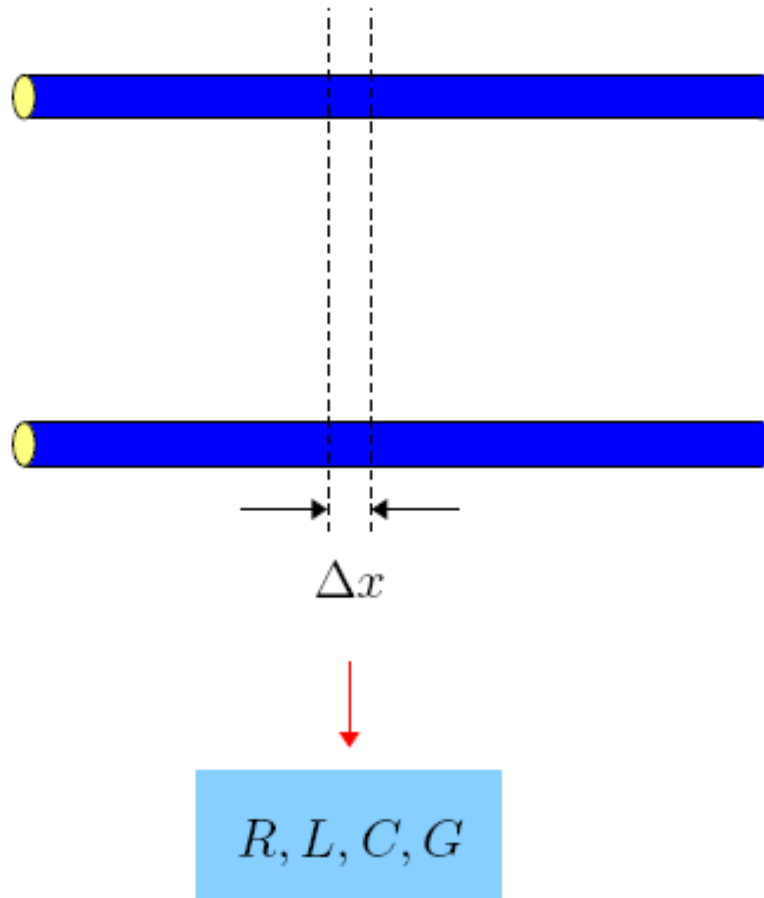
Fatores mecânicos: vento, neve ...

Fatores econômico/ambientais: Uso da terra, Impacto visual, mínimo custo

Parâmetros elétricos

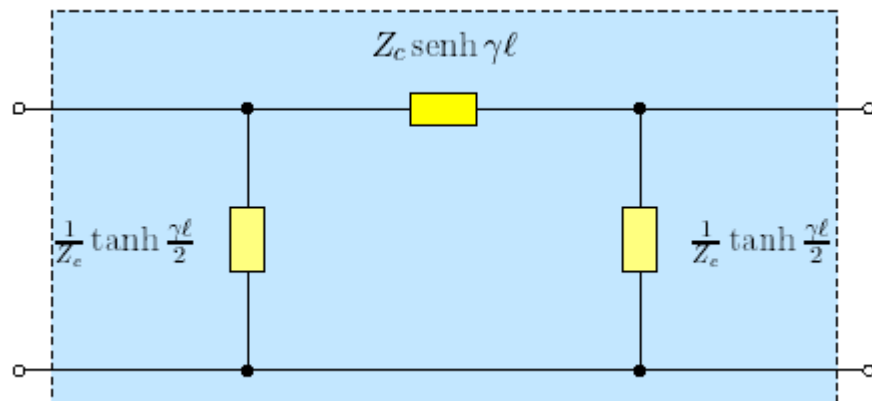


Parâmetros distribuídos:



Parâmetros concentrados:

Linha longa (> 240km)



onde:

$$Z_c = \sqrt{\frac{z}{y}} \quad \text{Impedância característica}$$

$$\gamma = \sqrt{z \cdot y} \quad \text{Constante de propagação}$$

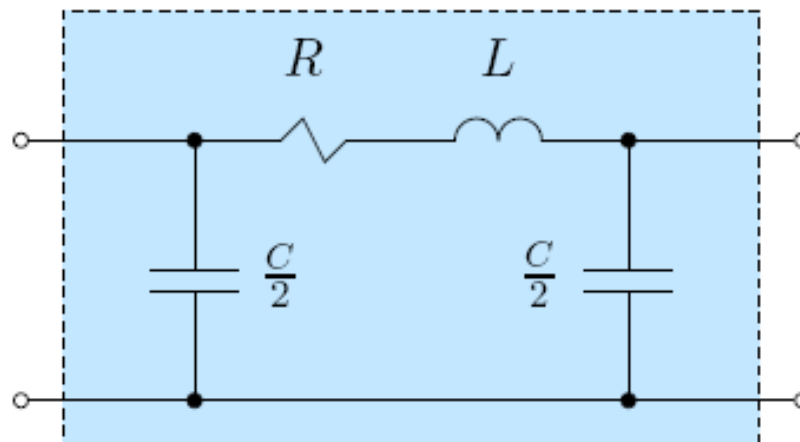
Linhas médias (< 240km)

Aproximações:

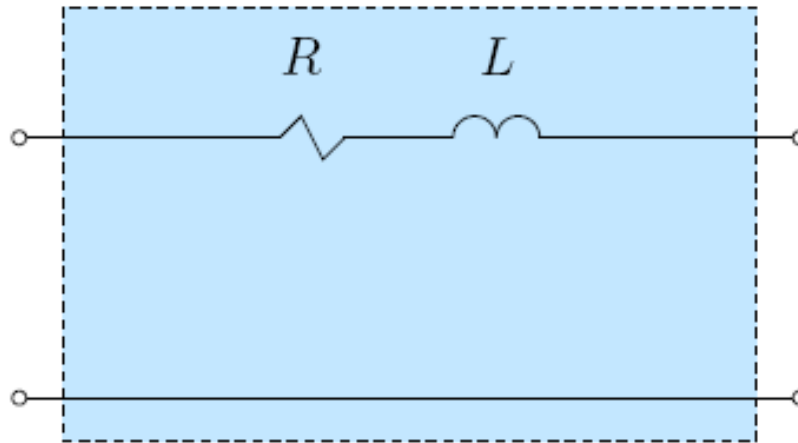
$$\sinh \gamma \ell \approx \gamma \ell$$

$$\cosh \gamma \ell \approx 1 + (\gamma \ell)^2 / 2$$

$$\tanh \frac{\gamma \ell}{2} \approx \frac{\gamma \ell}{2}$$



Linhas curtas (< 80km)



Relação x/r (típico)

750kV	20
230kV	5
138kV	2

Exemplo:

Os parâmetros de uma linha de transmissão de 60 Hz, são:

$R = 0,107 \cdot 10^{-3} \Omega /m$, $L = 1,35 \cdot 10^{-3} H/m$ e $C = 8,45 \cdot 10^{-12} F/m$.

Compare os circuitos equivalente, considerando a linha com 500 km e com 100 km.

A reatância e admitância da linha são:

$$z = 52010^6 \angle 7813^\circ \Omega/m$$

$$y = 3,1810^9 \angle 90^\circ S/m$$

Logo:

$$Z_c = 40405 \angle -594^\circ \Omega$$

$$\gamma = 1,2910^6 \angle 8406^\circ m^{-1}$$

p/ 500km

	Modelo Linha longa	Modelo Linha média	Erro (%)
Z	242,84	260,00	-6,6
Y	$826 \cdot 10^{-6}$	$796 \cdot 10^{-6}$	-3,8

p/ 100km

	Modelo Linha longa	Modelo Linha média	Erro (%)
Z	51,87	52,00	-0,3
Y	$159,5 \cdot 10^{-6}$	$159,3 \cdot 10^{-6}$	+0,1

Limites de operação: térmico e de estabilidade

Sabe-se que:

$$P_{km} = \Re(V_k \cdot I_{km}^*)$$



De maneira simplificada (desprezando perdas) temos:

$$I_{km} = y_{km}(V_k - V_m)$$

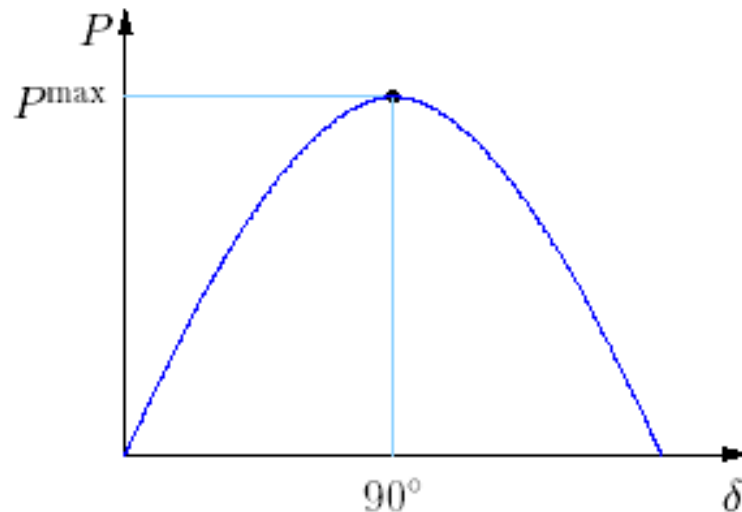
e:

$$P_{km} = \frac{V_k \cdot V_m}{X_{km}} \cdot \sin(\delta)$$

Para $\delta = 90^\circ$

$$P_{km}^{\max} = \frac{V_k \cdot V_m}{X_{km}}$$

Limite de estabilidade



Como limite de operação normal/segura, considera-se:

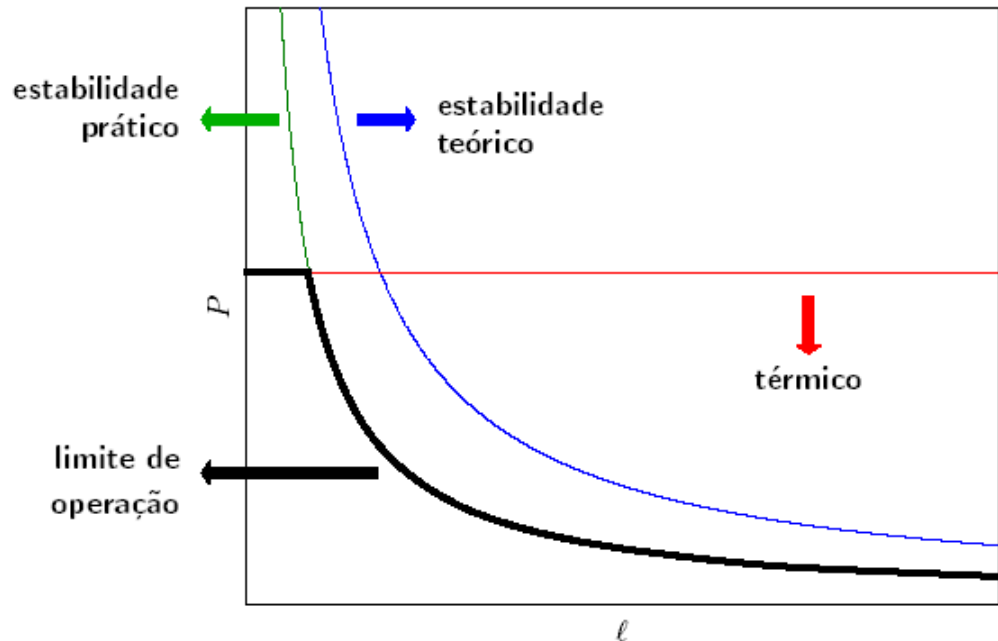
$$V_k = V$$

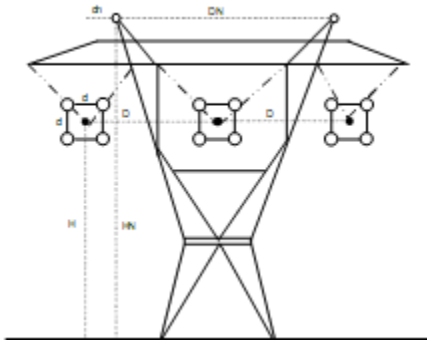
$$V_m \approx 0,95V$$

$$\delta \approx 30^\circ$$

Assim, tem-se: $P_{km}^{\max'} = 0,475 P_{km}^{\max}$

Como $X = x.l$ pode-se traçar o seguinte gráfico





OPGW – Optical Ground Wire – Para-raio