



Zeno Martini (admin)

POTENZA NATURALE DI UNA LINEA

3 July 2006

Domanda:

Cos'è la potenza naturale di una linea aerea e come si calcola?

Risponde admin

Una linea funziona a potenza naturale quando l'arrivo è chiuso su un'impedenza pari alla impedenza caratteristica (detta anche naturale) della linea.

L'impedenza caratteristica è la radice quadrata del rapporto tra l'impedenza longitudinale e l'ammettenza trasversale unitarie.

Se la linea è ideale, cioè priva di perdite, l'impedenza caratteristica risulta una pura resistenza data dalla radice quadrata del rapporto tra l'induttanza e la capacità di esercizio per unità di lunghezza.

Le linee aeree hanno induttanze più elevate e capacità di esercizio inferiori alle linee in cavo per cui hanno impedenze caratteristiche più elevate, dell'ordine dei 250...400 ohm, mentre per le linee in cavo sono dell'ordine dei 40 ohm.

La potenza naturale è data dal rapporto tra il quadrato della tensione concatenata in arrivo e l'impedenza caratteristica. Per linee ideali lungo la linea fluisce solo potenza attiva, pari alla potenza naturale. La potenza induttiva di linea è infatti compensata esattamente dalla potenza capacitiva. La corrente è in fase con la tensione in ogni punto della linea. Sempre per linea ideale non c'è alcuna differenza di modulo tra la tensione di arrivo e quella in partenza, ma solo una differenza di fase: tensione in partenza in anticipo di un angolo pari alla parte immaginaria della costante di propagazione moltiplicata la lunghezza della linea. La costante di propagazione è la radice quadrata del prodotto di impedenza longitudinale e ammettenza trasversale unitarie. Per una linea ideale la costante di propagazione è puramente immaginaria ed è pari al prodotto della pulsazione per la radice quadrata del prodotto tra induttanza e capacità unitarie.

La potenza naturale non è la potenza cui corrisponde il massimo rendimento, che è molto inferiore, ma rappresenta in pratica la massima potenza trasmissibile nel modo economicamente più conveniente, tenendo conto di tutti i costi, di installazione e di esercizio, quando si trasmette su lunghe distanze in alta tensione (maggiore di 150 km a 380 kV; 100 km a 220 kV).

Se le linee sono corte, quindi certamente in media e bassa tensione, è invece conveniente trasmettere potenze molto più alta di quella naturale. Ad esempio una

linea aerea a 15 kV con impedenza caratteristica di 300 ohm, ha una potenza naturale di 750 kW, ma si trasmettono in realtà potenze molto maggiori.

Per linee in cavo ad alta tensione l'impedenza caratteristica diventa molto bassa, es. 35 ohm, per cui la potenza naturale che a 220 kV sarebbe di 1400 MW richiederebbe una corrente di 3600 A, un'intensità per ora inammissibili per le normali sezioni dei cavi. L'unica possibilità sarebbe l'impiego di superconduttori o cavi criogenici o con raffreddamento forzato.

La caduta di tensione a potenza naturale, per linee reali, cioè tenendo conto delle perdite dovute alla resistenza longitudinale dei conduttori ed alla conduttanza trasversale, è contenuta in qualche percento. Essa si ricava dal prodotto della lunghezza della linea per la parte reale della costante di propagazione.

Esempio

Linea 220 kV lunga 200 km.

resistenza: 0.09 ohm/km

reattanza longitudinale: 0,41 ohm/km

conduttanza trasversale: $0,01 \cdot 10^{-6}$ siemens/km

suscettanza trasversale: $2,7 \cdot 10^{-6}$ siemens/km

Impedenza caratteristica = 400 ohm

parte reale costante di propagazione: $0,11 \cdot 10^{-3}$ 1/km

parte immaginaria costante di propagazione: $1.05 \cdot 10^{-3}$ rad/km

potenza naturale= 120 MW

caduta%=2,2%

Rif: Lezioni di trasmissione dell'Energia Elettrica - Antonio Paolucci - Ed. Cleup