



Zeno Martini (admin)

NEL SEGNO DELLA POTENZA

3 June 2006

Sommario

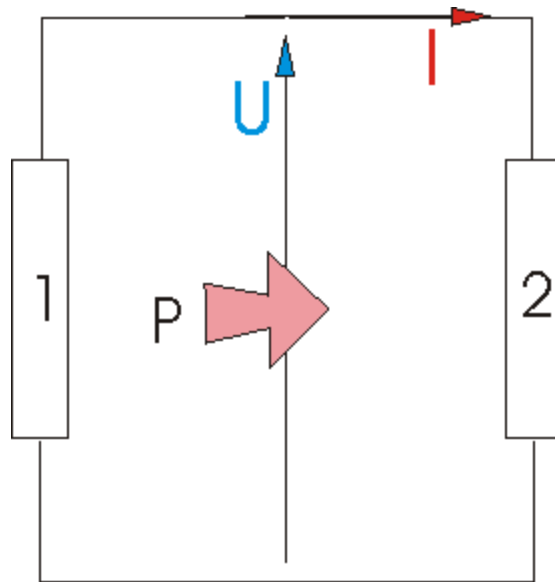
La potenza è, in generale il prodotto di due grandezze. In meccanica forza per velocità o coppia per velocità angolare; in elettrotecnica, come si sa, tensione per intensità di corrente, che non è, in fondo una differenza notevole; l'intensità di corrente è strettamente legata alla velocità delle cariche e la tensione alla forza elettrica. Sia la potenza che le grandezze componenti sono, dal punto di vista matematico, grandezze algebriche. Si propone in questa lezione una discussione sul significato dei segni, nel caso elettrico, fondamentale per la comprensione dei flussi energetici nell'analisi di un qualsiasi circuito, specialmente per quanto concerne i flussi di potenza di una rete elettrica di trasmissione e distribuzione.

Sono esaminati tutti i casi possibili, sia in continua che in alternata sinusoidale.

Il circuito base

Il circuito di riferimento è quello della figura (Pot.1). E' un circuito semplice costituito da due bipoli. La freccia grossa rossa indica il verso convenzionalmente assunto positivo per il flusso di energia, dal bipolo 1 al bipolo 2. Ad esso va riferito il segno della potenza. Il bipolo 1 è quindi considerato come generatore ed il bipolo 2 come utilizzatore.

I valori di tensione e di corrente che danno luogo alla potenza, affinché il flusso sia quello indicato, devono essere considerati positivi secondo i versi riportati nello schema. Il verso convenzionale della corrente entra dunque dal terminale a potenziale più alto del bipolo 2. Ovviamente è uscente dal punto a potenziale più alto del bipolo 1. Si dice allora che il bipolo 2 è rappresentato secondo la convenzione dell'utilizzatore mentre il bipolo 1 secondo la convenzione del generatore.



Pot. 1

Grandezze continue

Quando tensione e corrente sono continue, l'analisi è abbastanza semplice.

I due bipoli possono essere o generatori od utilizzatori. Poiché in continua, per definizione, le grandezze elettriche si mantengono costanti, anche la potenza sarà costante in valore e segno. I due bipoli manterranno sempre il loro ruolo, o di generatore o di utilizzatore in ogni istante.

La tabella seguente tutte le situazioni possibili

Tensione <i>U</i>	Corrente <i>I</i>	Potenza <i>P</i>	Bipolo 1	Bipolo 2
Positiva	Positiva	Positiva	Generatore	Utilizzatore
Positiva	Negativa	Negativa	Utilizzatore	Generatore
Negativa	Positiva	Negativa	Utilizzatore	Generatore
Negativa	Negativa	Positiva	Generatore	Utilizzatore

Tab. 1

Quando invece le grandezze elettriche variano le funzioni si possono scambiare a seconda dell'intervallo di tempo considerato. E' quanto regolarmente succede quando le grandezze sono alternate sinusoidali

Corrente alternata sinusoidale

In questo caso è di fondamentale importanza la fase tra le due grandezze, tensione e corrente. Come noto, esse sono rappresentate da vettori rotanti nel piano (fasori). La fase corrisponde all'angolo tra i vettori. I fasori ruotano nel piano, in senso antiorario, alla stessa velocità angolare, identica alla pulsazione elettrica. L'angolo di fase rimane immutato durante la rotazione e si conviene di considerare in ritardo il vettore che, per sovrapporsi all'altro attraverso l'angolo di fase, il minore dei due esplementari, deve ruotare in senso antiorario.

La potenza non è costante ma fluttua con una frequenza doppia di quella di tensione e corrente e può assumere sia valori positivi che negativi. Può essere scomposta in due componenti.

Una, che indicheremo con $p_R(t)$, ha sempre lo stesso segno ed ha, di conseguenza, un valore medio diverso da zero, ovviamente di quel segno. A questo valore medio si dà, come noto, il nome di potenza attiva, indicato con P (misurato in W) che vale $P = S \cdot \cos f$ dove $S = U \cdot I$, prodotto dei valori efficaci di tensione e di corrente, è detta potenza apparente (VA), mentre f è l'angolo di sfasamento tra tensione e corrente.

L'altra componente, che indicheremo con $p_X(t)$, ha invece valore medio nullo e l'ampiezza della sua fluttuazione, indicata con Q (var) vale $Q = S \cdot \sin f$ ed è detta potenza reattiva.

I due bipoli collegati funzionano entrambi, durante il periodo, sia come generatori che come utilizzatori. Il generatore vero è però quello dal quale esce costantemente la P .

Con riferimento alla sola potenza attiva vale la stessa tabella vista per la continua. Il suo segno dipende dallo sfasamento f . Per angoli in valore assoluto minori di 90° la P è positiva, quindi il bipolo 1 è il generatore, il bipolo 2 l'utilizzatore. Le funzioni si invertono quando l'angolo è, in valore assoluto, maggiore di 90° . Generatore ed utilizzatore si scambiano però sempre, in ogni caso, una quota di potenza: la Q

Anche alla Q è attribuito convenzionalmente un segno. Q è considerata positiva se la corrente ritarda sulla tensione, cioè se il vettore rappresentativo della corrente deve ruotare in senso antiorario di un angolo compreso tra 0 e 180° per sovrapporsi al vettore che rappresenta la tensione. E' detta in tal caso potenza reattiva induttiva,

poiché è quella che si ha quando il bipolo che l'assorbe è un induttore resistivo, cioè un'impedenza ohmico-induttiva.

Q è negativa se la rotazione di I deve avvenire in senso orario. E' detta in tal caso potenza reattiva capacitiva, poiché è quella che si ha quando il bipolo che l'assorbe è un'impedenza ohmico-capacitiva.

Dire che un bipolo assorbe una potenza reattiva induttiva ($Q > 0$ se per il bipolo è adottata la convenzione dell'utilizzatore), equivale a dire che eroga una potenza reattiva negativa, cioè capacitiva.

Dire che il bipolo assorbe una potenza reattiva negativa, cioè capacitiva, equivale a dire che eroga una potenza reattiva positiva, cioè induttiva.

Le possibilità sono riassunte nella seguente tab. 2

Q	Bipolo 1	Bipolo 2
Positiva	Generatore di potenza induttiva:	Utilizzatore di potenza induttiva:
	Utilizzatore di potenza capacitiva	Generatore di potenza capacitiva
	CONDENSATORE	INDUTTORE
Negativa	Generatore di potenza capacitiva	Utilizzatore di potenza capacitiva
	Utilizzatore di potenza induttiva	Generatore di potenza induttiva
	INDUTTORE	CONDENSATORE

Tab. 2

Il valore Q indica l'entità dello scambio incessante di potenza tra generatore ed utilizzatore; il suo segno la modalità con cui lo scambio avviene.

Se Q è positiva, quando la tensione aumenta in valore assoluto il "generatore" riceve dall'"utilizzatore" l'energia di scambio che esso, che nel semiperiodo precedente, quando la tensione in valore assoluto diminuiva, aveva immagazzinato ricevendola dal generatore.

L'inverso succede se Q è negativa.

Il punto di funzionamento del circuito corrisponde sempre ad un punto del piano cartesiano della potenza complessa, che ha in ascissa la potenza attiva ed in ordinata la potenza reattiva Q . Esaminiamo in dettaglio i quattro casi possibili relativi ai quattro quadranti del piano della potenza complessa.

In ognuno dei casi è rappresentato il grafico vettoriale di tensione e corrente.

Inoltre sono tracciate gli andamenti di:

- tensione $u(t)$
- corrente $i(t)$
- potenza $p(t) = u(t) \cdot i(t)$
- $pr(t)$: componente attiva della potenza
- $p_x(t)$: componente reattiva della potenza
- P : potenza attiva - tratteggio
- Q : potenza reattiva - tratteggio

I° QUADRANTE $P > 0$; $Q > 0$

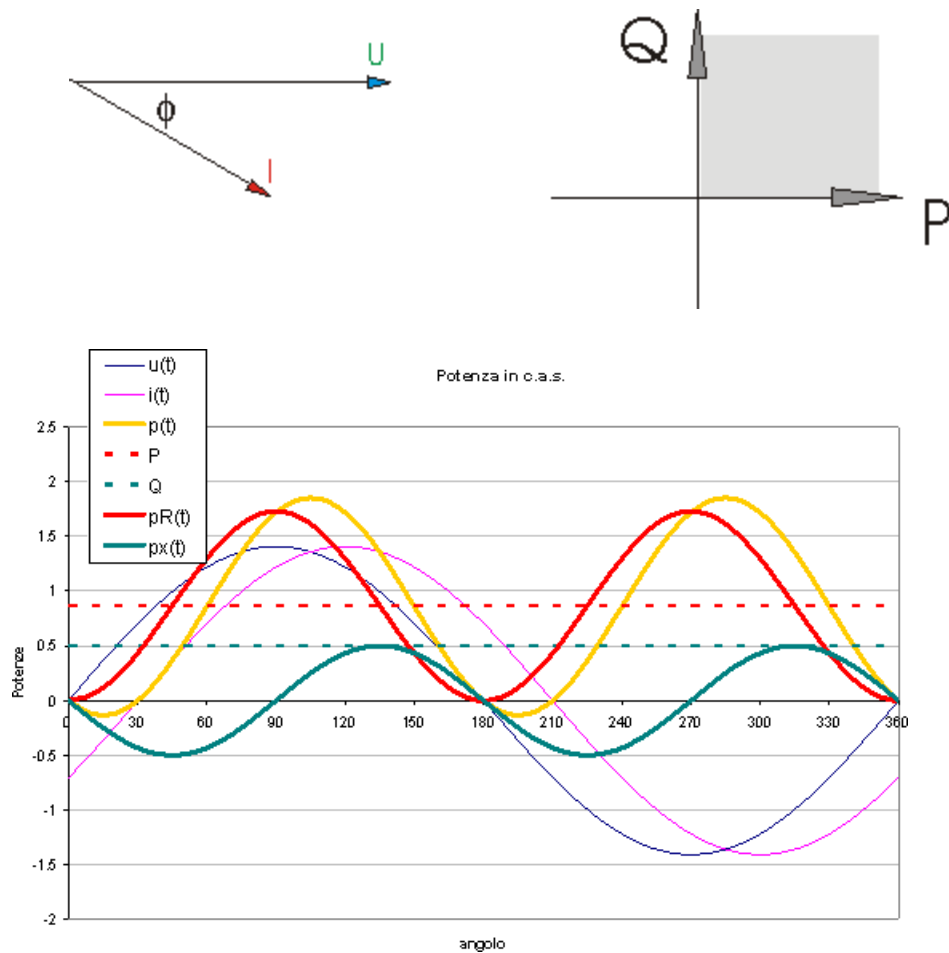
Il punto di funzionamento cade nel I° quadrante quando la corrente I ritarda sulla tensione di un angolo compreso tra 0 e 90° .

Il bipolo 1 è il generatore ed il bipolo 2 è un utilizzatore ohmico-induttivo. La potenza attiva P è costantemente erogata dal bipolo 1 ed assorbita dal bipolo 2.

Si dice in questo caso che il bipolo 2 assorbe potenza reattiva induttiva generata dal bipolo 1.

Il bipolo 1 è un generatore di potenza attiva e di potenza induttiva.

Il bipolo 2 è un'impedenza ohmico-induttiva



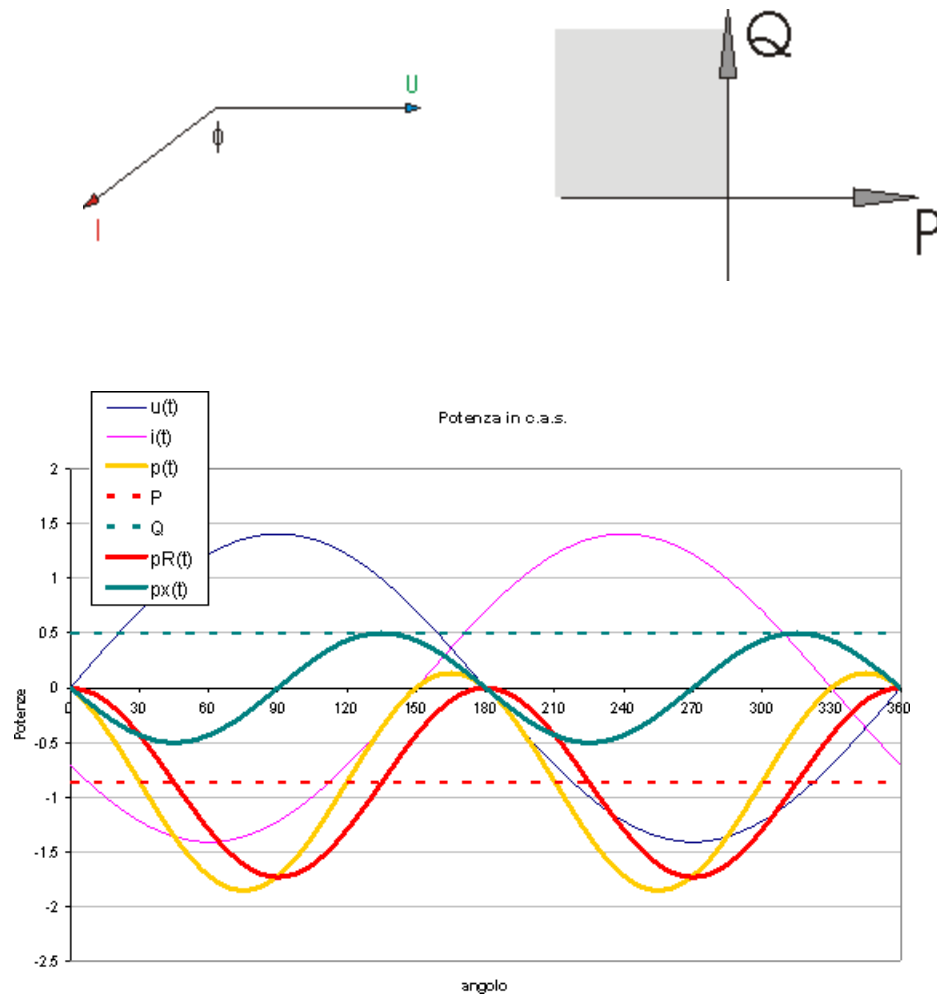
Pot. 2 (I Ritarda su U di 30°)

II° QUADRANTE $P < 0$; $Q > 0$

Il punto di funzionamento cade nel II° quadrante quando la corrente I ritarda sulla tensione di un angolo compreso tra 90 e 180° . In tal caso il bipolo 2 è il generatore ed il bipolo 1 è un utilizzatore ohmico-induttivo. La potenza attiva P è costantemente erogata dal bipolo 2 ed assorbita dal bipolo 1. Anche in questo caso si dice che il bipolo 2 assorbe la potenza reattiva induttiva che il bipolo 1 genera. Ma si può anche dire che il bipolo 1 è un carico ohmico-capacitivo poiché assorbe una potenza reattiva negativa.

Il bipolo 2 è un generatore di potenza attiva e di potenza capacitiva

Il bipolo 1 è un'impedenza ohmico-capacitiva



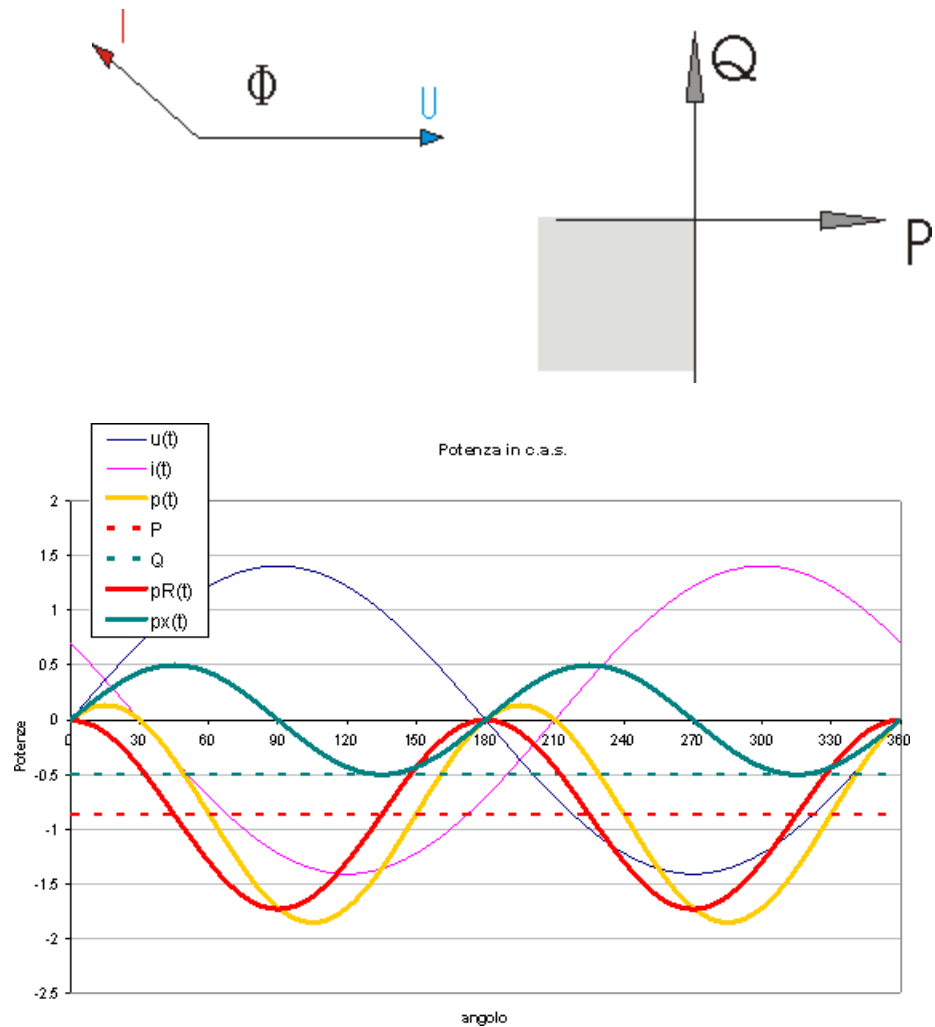
Pot. 3 (I Ritarda su U di 150°)

III° QUADRANTE $P < 0$; $Q < 0$

Il punto di funzionamento cade nel III° quadrante. La corrente I anticipa la tensione di un angolo compreso tra 90 e 180°. La potenza attiva P è costantemente erogata dal bipolo 2 ed assorbita dal bipolo 1. In questo caso si dice in questo caso che il bipolo 2 assorbe la potenza reattiva induttiva che il bipolo 1 genera.

Il bipolo 2 è un generatore di potenza attiva e di potenza reattiva induttiva.

Il ed il bipolo 1 è un utilizzatore ohmico-induttivo.



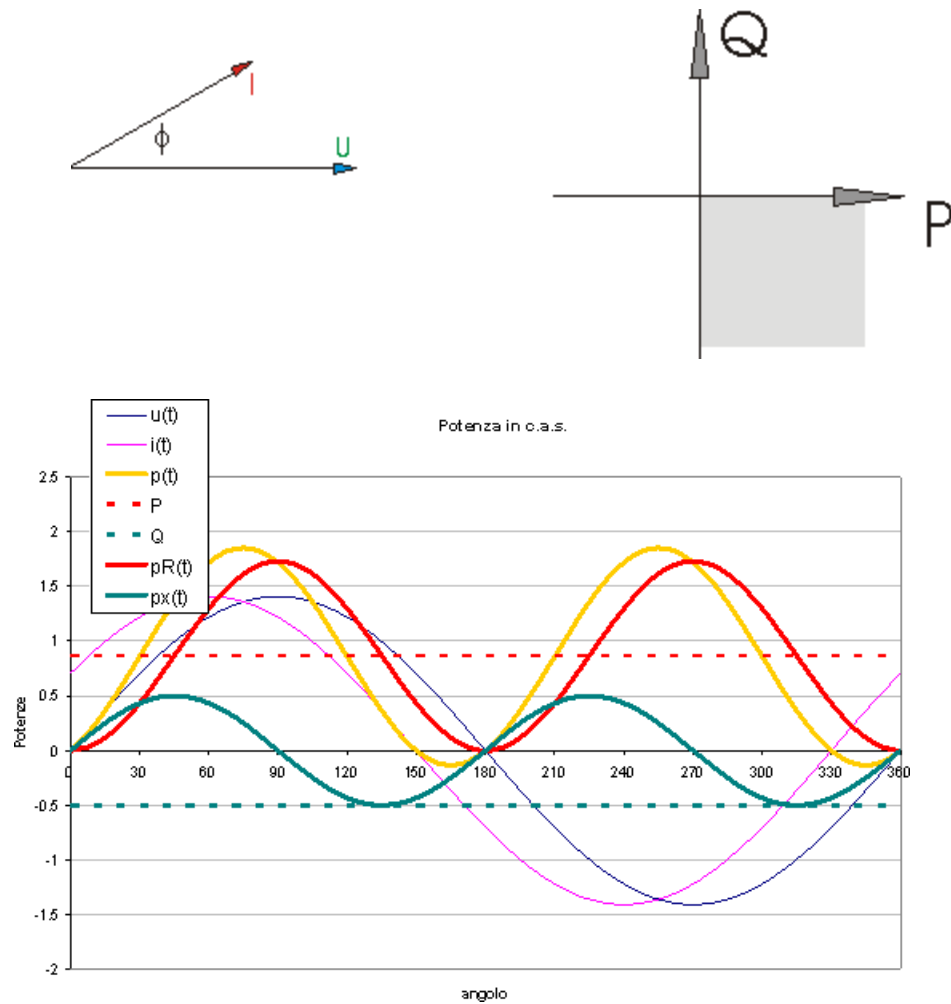
Pot. 4 (I Anticipa U di 150°)

IV° QUADRANTE $P > 0$; $Q < 0$

Il punto di funzionamento cade nel IV° quadrante. La corrente I anticipa la tensione di un angolo compreso tra 90 e 180° . La potenza attiva P è costantemente erogata dal bipolo 1 ed assorbita dal bipolo 2. In questo caso si dice in questo caso che il bipolo 2 assorbe la potenza reattiva capacitiva che il bipolo 1 genera.

Il bipolo 1 è un generatore di potenza attiva e di potenza reattiva capacitiva.

Il bipolo 2 è un utilizzatore ohmico-capacitivo.



Pot. 5 (I Anticipa U di 30°)

Nella seguente tabella sono riassunte tutte le situazioni considerate.

P	Q	Bipolo 1	Bipolo 2
Positiva	Positiva	Generatore di potenza attiva e di potenza reattiva induttiva	Impedenza ohmico-induttiva
Negativa	Positiva	Impedenza ohmico-capacitiva	Generatore di potenza attiva e di potenza

			reattiva capacitiva
Negativa	Negativa	Impedenza ohmico-induttiva	Generatore di potenza attiva e di potenza reattiva induttiva
Positiva	Negativa	Generatore di potenza attiva e di potenza reattiva capacitiva	Impedenza ohmico- capacitiva

Link del sito

1. [Potenza c.a.s. \(1\)](#)
2. [Potenza c.a.s.\(2\)](#)
3. [Una o trina?](#)
4. [Potenza e misura](#)