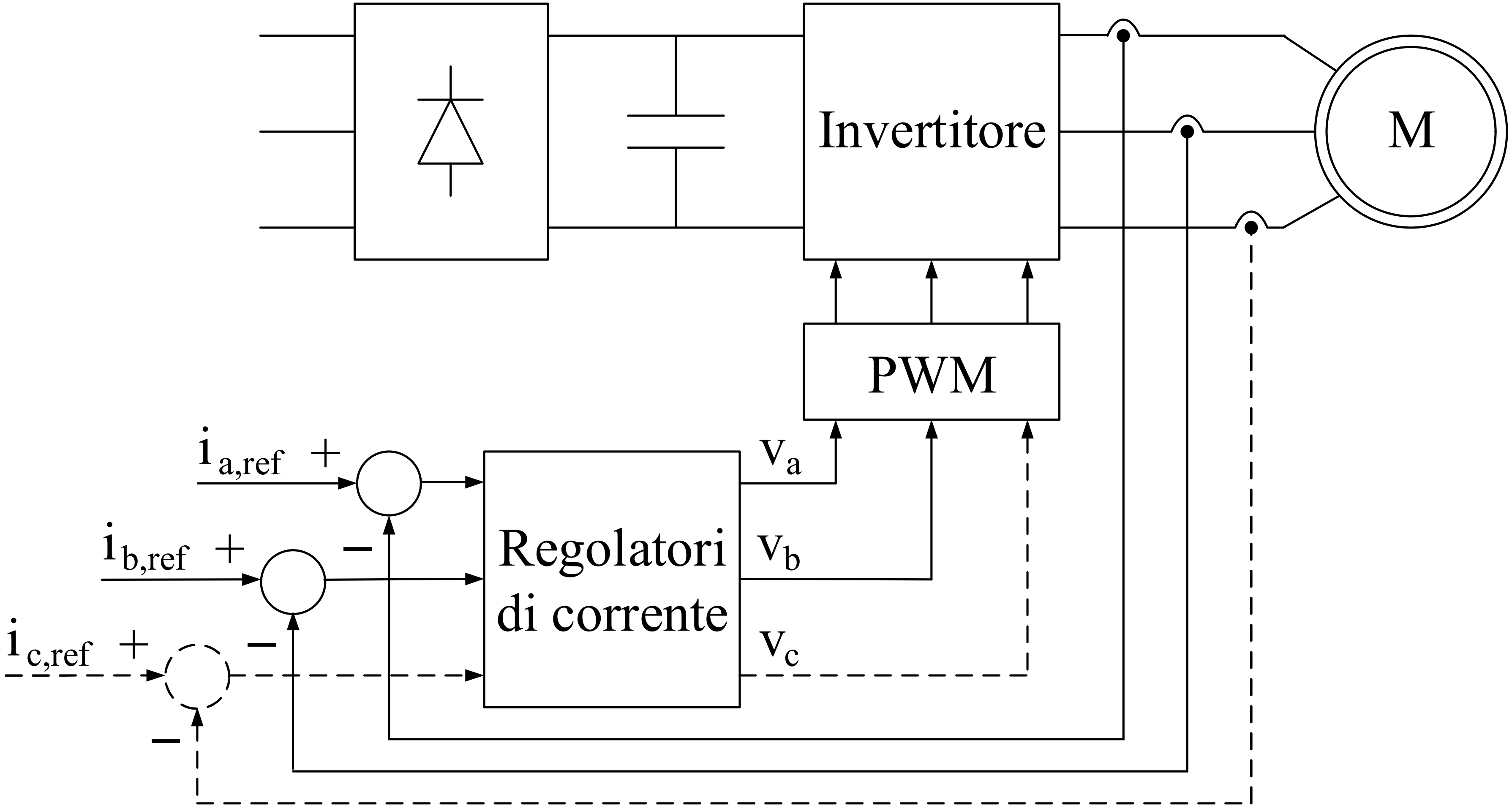
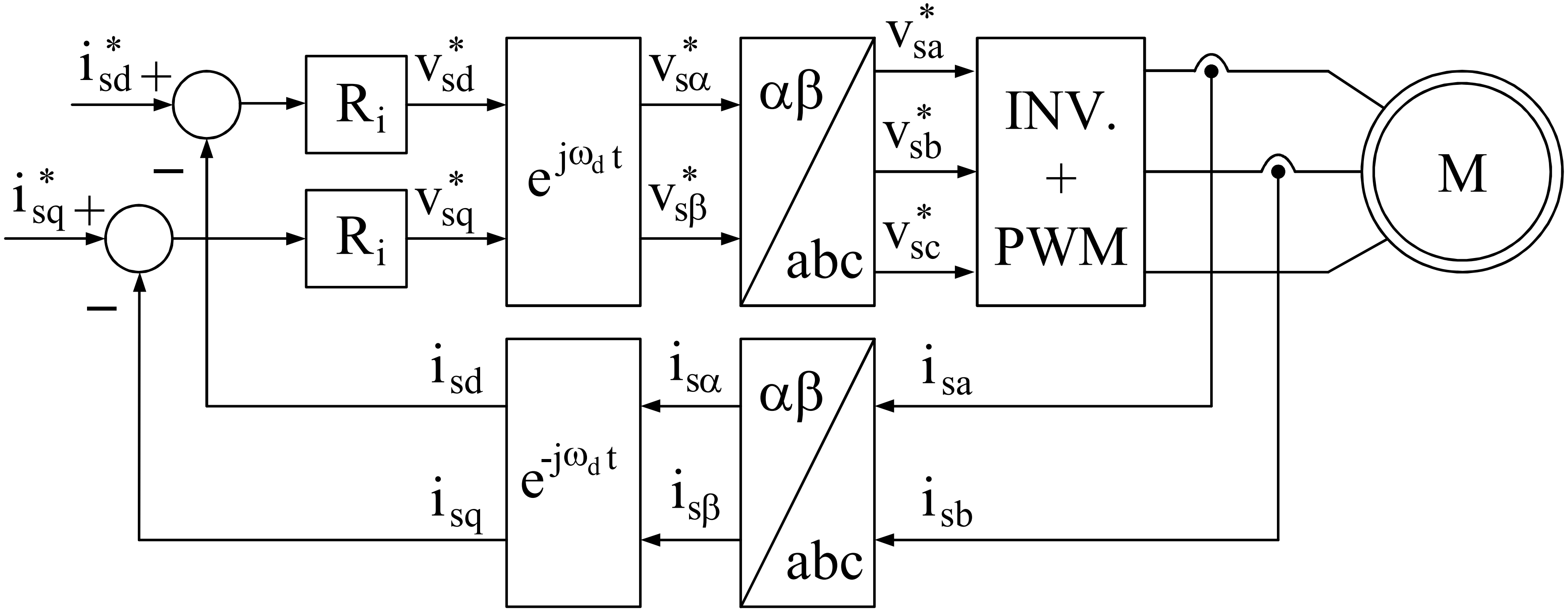
CONTROLLO DI CORRENTE DEL MOTORE ASINCRONO

SCHEMA DEL CONTROLLO DI CORRENTE



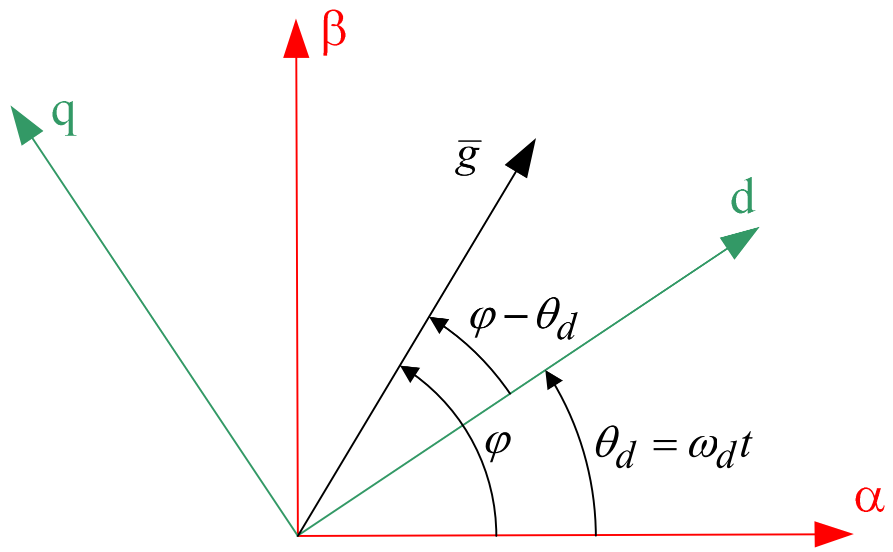
CONTROLLO DI CORRENTE CON REGOLATORI LINEARI



Le due soluzioni più utili sono quelle relative alle seguenti scelte:

- $\omega_d = 0$ (sistema di riferimento stazionario),
- $\omega_d = \omega_s$ (sistema di riferimento sincrono).

PASSAGGIO TRA SISTEMI DI RIFERIMENTO



$\overline{g}$ è un vettore qualsiasi che ha le seguenti rappresentazioni:

$\overline{g}_{\alpha\beta} = Ge^{j\varphi}$ nel riferimento αβ

$\overline{g}_{dq} = Ge^{j(\varphi-\theta_d)}$ nel riferimento dq

Ne viene che

$\overline{g}_{dq} = Ge^{j(\varphi-\theta_d)} = \left(Ge^{j(\varphi)}\right)e^{j(-\theta_d)}$

da cui

$\overline{g}_{dq}=\overline{g}_{\alpha\beta}e^{j(-\theta_d)}$

oppure

$\overline{g}_{\alpha\beta}=\overline{g}_{dq}e^{j(\theta_d)}$

Espressioni cartesiane:

$$\begin{cases} g_d = \quad g_\alpha \cos\theta_d + g_\beta \sin\theta_d \\ g_q = -g_\alpha \sin\theta_d + g_\beta \cos\theta_d \end{cases}$$

$$\begin{cases} g_\alpha = g_d \cos\theta_d - g_q \sin\theta_d \\ g_\beta = g_d \sin\theta_d + g_q \cos\theta_d \end{cases}$$

Ragionamento intuitivo:

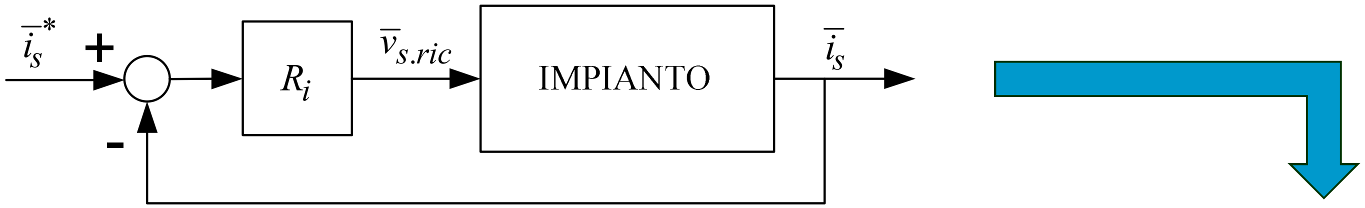
- un osservatore su dq vede «quello che vede αβ» **meno** θ_d,

o viceversa:

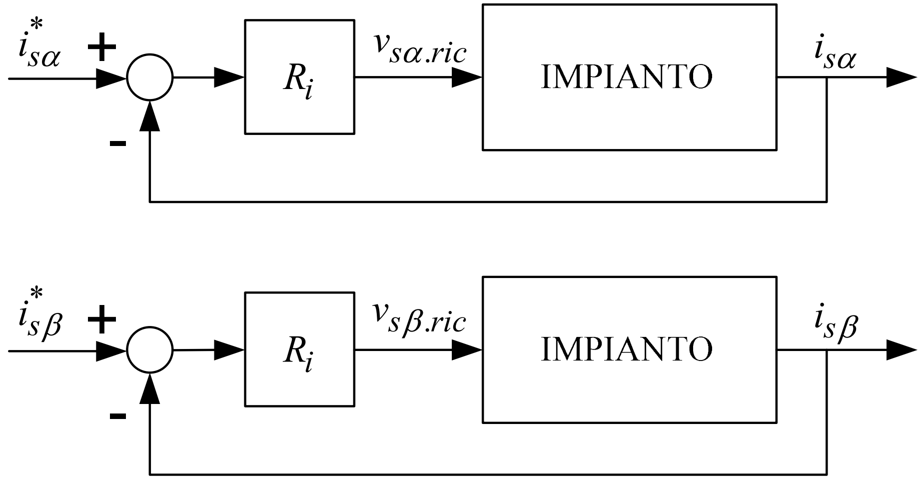
- un osservatore su αβ vede «quello che vede dq» **più** θ_d.

REGOLATORI LINEARI

I regolatori di tipo "lineare" hanno uno schema classico rappresentato dalle figure sottostanti



Riferimento stazionario



Il regolatore R_i tipicamente è uno dei regolatori standard (il più comunemente usato è il PI):

$$R_i = K_i \frac{1 + s\tau_i}{s\tau_i}$$

INDIVIDUAZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto che vede il regolatore di corrente è costituito dal convertitore (comprensivo del modulatore) e dal motore. Il primo ha una dinamica molto veloce per cui lo si può modellizzare con un semplice guadagno G_{conv} (senza dinamica). Quindi la dinamica dell'impianto coincide con quella del motore.
La trasferenza dell'impianto si può trovare determinando la trasferenza tra tensione e corrente del motore. La si calcola a partire dalle equazioni dinamiche vettoriali del motore espresse in un sistema di riferimento stazionario e nella forma "operazionale".

$$\overline{v}_s = R_s \overline{i}_s + p\overline{\lambda}_s$$

$$0 = R_r \overline{i}_r + p\overline{\lambda}_r - j\omega_{me}\overline{\lambda}_r$$

dove l'operatore *p = d/dt.*

Utilizzando le equazioni di legame:

$$\overline{\lambda}_s = L_s \overline{i}_s + L_M \overline{i}_r$$

$$\overline{i}_r = \frac{1}{L_r}\overline{\lambda}_r - \frac{L_M}{L_r}\overline{i}_s$$

Si esprima il modello matematico del motore in funzione delle corrente di statore e del flusso di rotore:

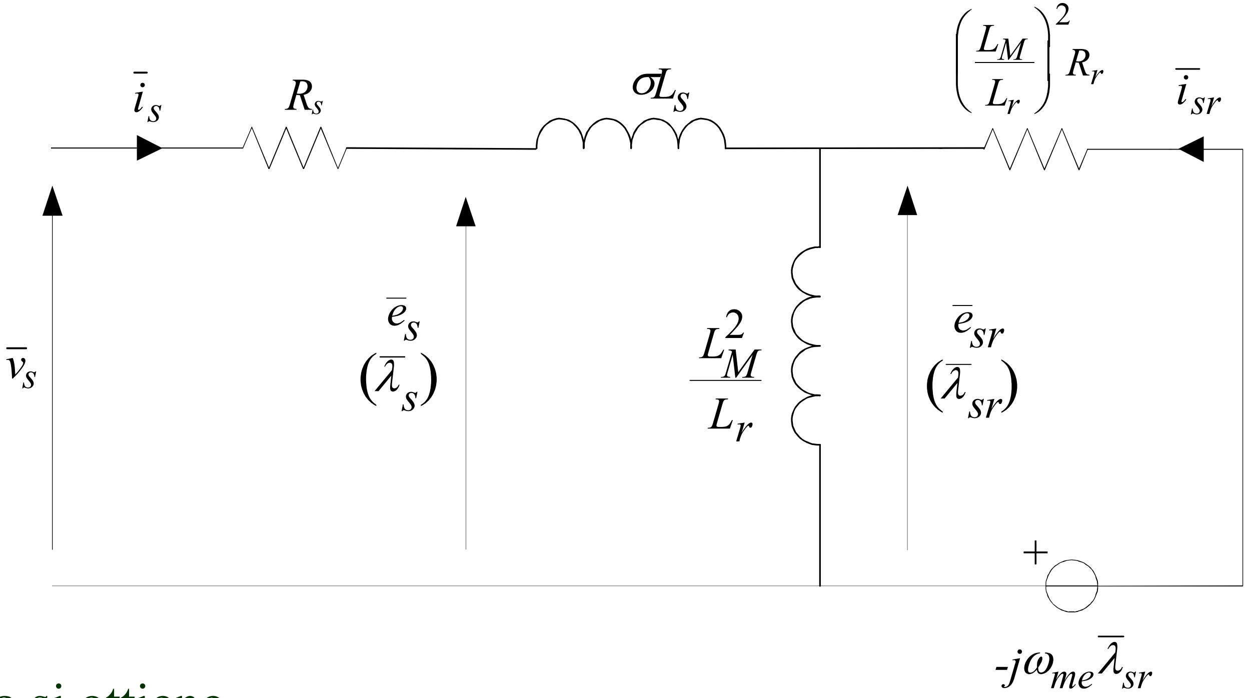
$$\overline{v}_s = R_s \overline{i}_s + \sigma L_s p \overline{i}_s + \frac{L_M}{L_r} p\overline{\lambda}_r$$

$$0 = \left(\frac{1}{\tau_r} - j\omega_{me}\right)\overline{\lambda}_r + p\overline{\lambda}_r - \frac{L_M}{\tau_r}\overline{i}_s$$

INDIVIDUAZIONE DELL'IMPIANTO

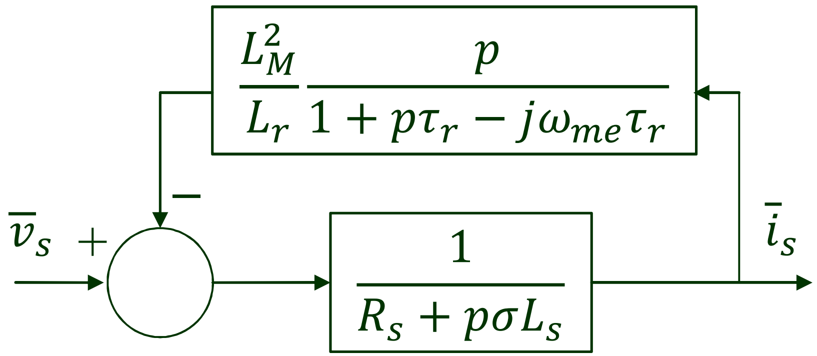
Ricavando il flusso di rotore dalla seconda

$$\bar{\lambda}_r = \frac{\dfrac{L_M}{\tau_r}\bar{i}_s}{p + \dfrac{1}{\tau_r} - j\omega_{me}}$$



e sostituendo nella prima si ottiene

$$\bar{v}_s = \left\{ \left(R_s + \sigma L_s p\right) + \frac{L_M^2}{L_r \tau_r} \frac{p}{p + \dfrac{1}{\tau_r} - j\omega_{me}} \right\} \bar{i}_s$$



INDIVIDUAZIONE DELL'IMPIANTO

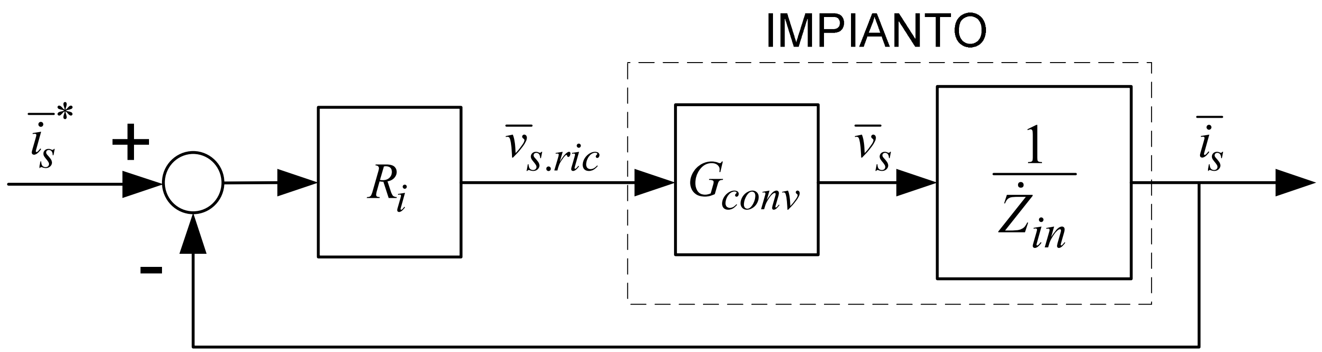
Dalla relazione ricavata nella slide precedente si può determinare, con opportune e semplici elaborazioni, l'impedenza operazionale:

$$\dot{Z}_{in} = \frac{\overline{v}_s}{\overline{i}_s} = \frac{p^2 \sigma L_s + p\left(R_s + \frac{L_s}{\tau_r} - j\omega_{me}\sigma L_s\right) + R_s\left(\frac{1}{\tau_r} - j\omega_{me}\right)}{p + \frac{1}{\tau_r} - j\omega_{me}}$$

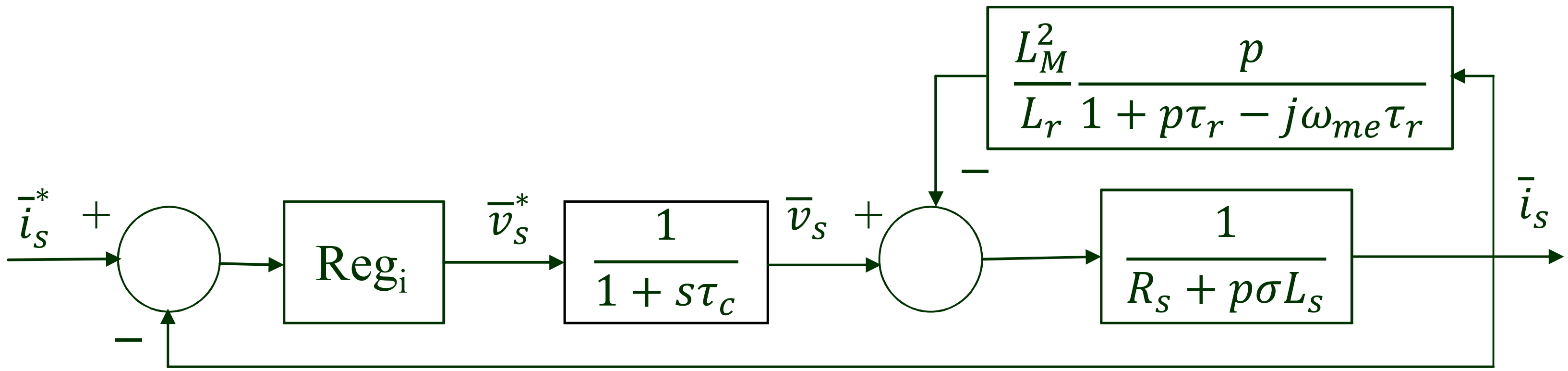
Si osservi che vale:

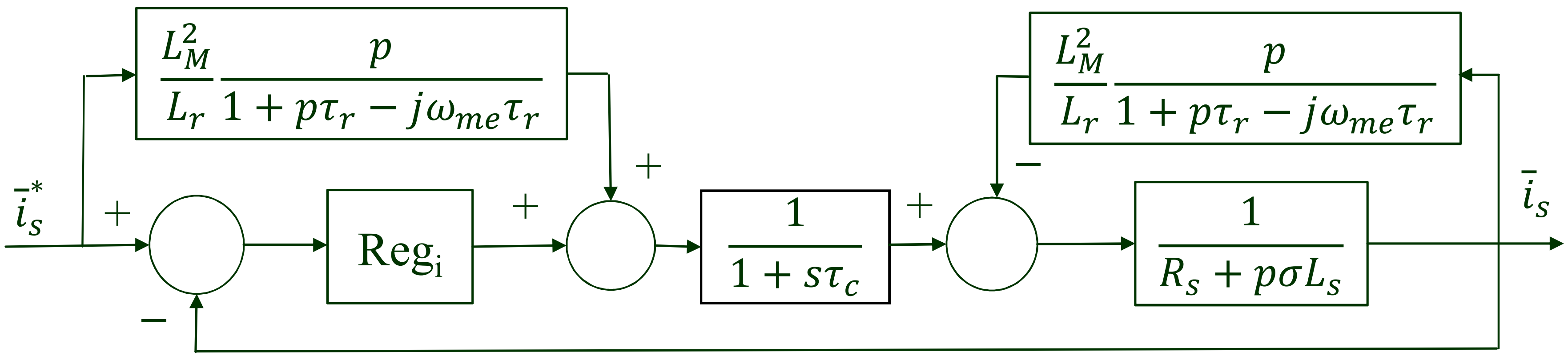
$$\sigma L_s + \frac{L_M^2}{L_r} = L_s$$

L'inverso della $\dot{Z}_{in}$ moltiplicato per il guadagno del convertitore (G_{conv}) è la trasferenza dell'impianto visto dal regolatore di corrente.



SCHEMA A BLOCCHI DEL CONTROLLO DI CORRENTE





CONTROLLO PREDITTIVO

Si utilizza l'equazione di statore del motore asincrono nel sistema di riferimento stazionario, trascurando la resistenza di statore. Dal circuito a gamma rovescia si ottiene:

$$\frac{d\bar{i}_s}{dt} \cong \frac{1}{\sigma L_s}(\bar{v}_s - \bar{e}_{sr})$$

Considerando un intervallo di tempo [0,T] sufficientemente piccolo, si ha:

$$\bar{i}_s(T) - \bar{i}_s(0) \cong \frac{T}{\sigma L_s}\left(\bar{v}_s(0) - \bar{e}_{sr}(0)\right)$$

Supponendo di conoscere $\bar{e}_{sr}(0)$ e di sapere quale è il valore finale in T della corrente $\bar{i}_s(T) = \bar{i}_{s,ref}(T)$ si può calcolare

$$\bar{v}_s(0) \cong \frac{\sigma L_s}{T}\left(\bar{i}_{s,ref}(T) - \bar{i}_s(0)\right) + \bar{e}_{sr}(0)$$