

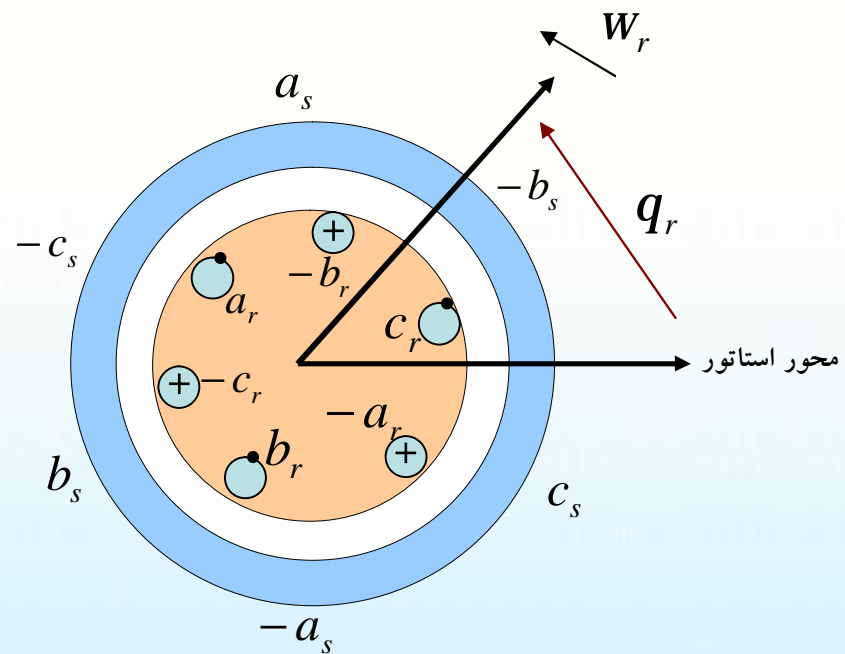


## قسمت هشتم

مدلسازی ماشین القائی در سیستم abc



## معادلات ولتاژ - جریان ماشین القایی سه فاز





## معادلات ولتاژ و جریان

### استاتور

$$V_{as} = r_s i_{as} + \frac{d}{dt} \lambda_{as}$$

$$V_{bs} = r_s i_{bs} + \frac{d}{dt} \lambda_{bs}$$

$$V_{cs} = r_s i_{cs} + \frac{d}{dt} \lambda_{cs}$$

### رور

$$V_{ar} = r_r i_{ar} + \frac{d}{dt} \lambda_{ar}$$

$$V_{br} = r_r i_{br} + \frac{d}{dt} \lambda_{br}$$

$$V_{cr} = r_r i_{cr} + \frac{d}{dt} \lambda_{cr}$$



## معادلات شار - جریان

$$\begin{bmatrix} I_s^{abc} \\ I_r^{abc} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} L_{ss}^{abc} & L_{sr}^{abc} \\ L_{rs}^{abc} & L_{rr}^{abc} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_s^{abc} \\ i_r^{abc} \end{bmatrix}$$

$$\rightarrow [I_s^{abc}]^T = [I_{as} \ I_{bs} \ I_{cs}]$$

$$\rightarrow [i_s^{abc}]^T = [i_{as} \ i_{bs} \ i_{cs}]$$

$$[L_{ss}^{abc}] = \begin{bmatrix} L_{aa}^s & L_{ab}^s & L_{ac}^s \\ L_{ba}^s & L_{bb}^s & L_{bc}^s \\ L_{ca}^s & L_{cb}^s & L_{cc}^s \end{bmatrix}$$



## ماتریس اندوکتانس استاتور

ماتریس اندوکتانس استاتور یک ماتریس با عناصر نا متغیر با زمان بوده و مولفه های آن عبارتند از :

اندوکتانس پراکنده فاز استاتور ( $L_{1s}$ )

اندوکتانس مغناطیس کننده فاز استاتور ( $L_{ss}$ )

اندوکتانس متقابل بین فاز سیم پیچهای استاتور ( $L_{sm}$ )

$$[L_{ss}^{abc}] = \begin{bmatrix} L_{1s} + L_{ss} & L_{sm} & L_{sm} \\ L_{sm} & L_{1s} + L_{ss} & L_{sm} \\ L_{sm} & L_{sm} & L_{1s} + L_{ss} \end{bmatrix}$$



## ماتریس اندوکتانس رتور

ماتریس اندوکتانس رتور یک ماتریس با عناصر نا متغیر با زمان بوده و مولفه های آن عبارتند از :

اندوکتانس پراکندگی فازرتور ( $L_{lr}$ )

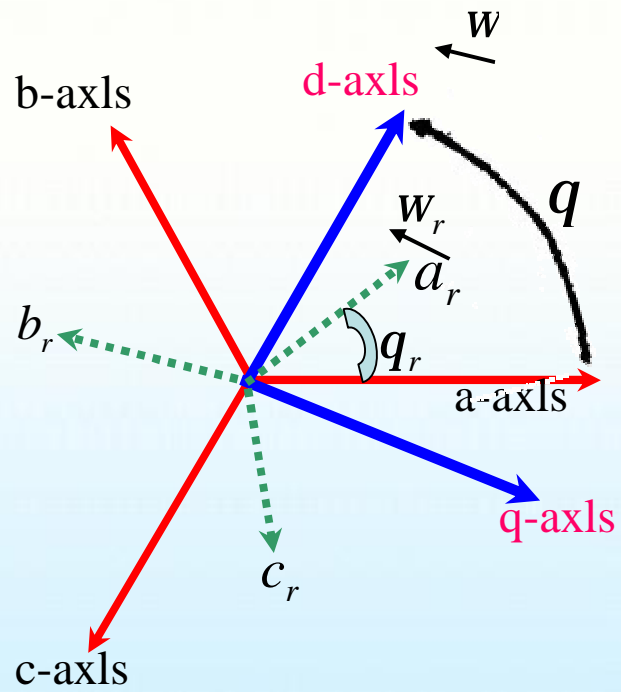
اندوکتانس مغناطیس کنندگی فاز رتور ( $L_{rr}$ )

اندوکتانس متقابل بین فاز سیم پیچهای رتور ( $L_{rm}$ )

$$\begin{bmatrix} L_{rr}^{abc} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} L_{aa}^r & L_{ab}^r & L_{ac}^r \\ L_{ba}^r & L_{bb}^r & L_{bc}^r \\ L_{ca}^r & L_{cb}^r & L_{cc}^r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} L_{lr} + L_{rr} & L_{rm} & L_{rm} \\ L_{rm} & L_{lr} + L_{rr} & L_{rm} \\ L_{rm} & L_{rm} & L_{lr} + L_{rr} \end{bmatrix}$$



# قابهای مرجع در ماشین القایی سه فاز





## ماتریس اندوکتانس متقابل استاتور-رتور

ماتریس اندوکتانس متقابل استاتور-رتور یک ماتریس با عناصر متغیر با زمان بوده و مولفه های آن عبارتند از :

زاویه بین فازول سیم پیچهای استاتور و رتور ( $q_r$ )  
اندوکتانس متقابل بین فاز سیم پیچهای استاتور و رتور ( $L_{sr}$ )

$$[L_{sr}^{abc}] = \begin{bmatrix} L_{asar} & L_{asbr} & L_{ascr} \\ L_{bsar} & L_{bsbr} & L_{bscr} \\ L_{csar} & L_{csbr} & L_{cscr} \end{bmatrix}$$
$$[L_{sr}^{abc}] = L_{sr} \begin{bmatrix} \cos \theta_r & \cos(\theta_r + \frac{2\pi}{3}) & \cos(\theta_r - \frac{2\pi}{3}) \\ \cos(\theta_r - \frac{2\pi}{3}) & \cos \theta_r & \cos(\theta_r + \frac{2\pi}{3}) \\ \cos(\theta_r + \frac{2\pi}{3}) & \cos(\theta_r - \frac{2\pi}{3}) & \cos \theta_r \end{bmatrix}$$





## ماتریس اندوکتانس متقابل استاتور- رتور

ماتریس اندوکتانس متقابل رتور- استاتور نیز یک ماتریس با عناصر متغیر با زمان بوده و مولفه های آن عبارتند از :

زاویه بین فازول سیم پیچهای استاتور و رتور ( $q_r$ )  
اندوکتانس متقابل بین فاز سیم پیچهای استاتور و رتور ( $L_{sr}$ )

$$[L_{rs}^{abc}] = \begin{bmatrix} L_{aras} & L_{arbs} & L_{arcs} \\ L_{bras} & L_{brbs} & L_{brcs} \\ L_{cras} & L_{crbs} & L_{crCs} \end{bmatrix}$$

$$[L_{rs}^{abc}] = L_{sr} \begin{bmatrix} \cos q_r & \cos(q_r - \frac{2p}{3}) & \cos(q_r + \frac{2p}{3}) \\ \cos(q_r + \frac{2p}{3}) & \cos q_r & \cos(q_r - \frac{2p}{3}) \\ \cos(q_r - \frac{2p}{3}) & \cos(q_r + \frac{2p}{3}) & \cos q_r \end{bmatrix}$$



مقدار  $q_r$  به سرعت رتور و طبعا به زمان وابسته است :

$$q_r = w_r t + q_{r0}$$

همانگونه که ملاحظه میشود ماتریس  $[L_{rs}^{abc}]$  ترانهاده ماتریس

$[L_{sr}^{abc}]$  میباشد :

$$\rightarrow [L_{rs}^{abc}] = [L_{sr}^{abc}]^T$$



## معادلات ولتاژ - جریان

$$\begin{bmatrix} V_s^{abc} \\ V_r^{abc} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_s^{abc} & 0 \\ 0 & R_r^{abc} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_s^{abc} \\ i_r^{abc} \end{bmatrix} + \frac{d}{dt} \left( \begin{bmatrix} L_{ss}^{abc} & L_{sr}^{abc} \\ L_{rs}^{abc} & L_{rr}^{abc} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_s^{abc} \\ i_r^{abc} \end{bmatrix} \right)$$

$$[R_r^{abc}] = \begin{bmatrix} R_r & 0 & 0 \\ 0 & R_r & 0 \\ 0 & 0 & R_r \end{bmatrix}$$

$$[R_s^{abc}] = \begin{bmatrix} R_s & 0 & 0 \\ 0 & R_s & 0 \\ 0 & 0 & R_s \end{bmatrix}$$

$$[L_{ss}^{abc}] = \begin{bmatrix} L_{1s} + L_{ss} & L_{sm} & L_{sm} \\ L_{sm} & L_{1s} + L_{ss} & L_{sm} \\ L_{sm} & L_{sm} & L_{1s} + L_{ss} \end{bmatrix}$$



## معادلات ولتاژ - جریان

$$\begin{bmatrix} V_s^{abc} \\ V_r^{abc} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_s^{abc} & 0 \\ 0 & R_r^{abc} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_s^{abc} \\ i_r^{abc} \end{bmatrix} + \frac{d}{dt} \left( \begin{bmatrix} L_{ss}^{abc} & L_{sr}^{abc} \\ L_{rs}^{abc} & L_{rr}^{abc} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_s^{abc} \\ i_r^{abc} \end{bmatrix} \right)$$

$$[L_{rr}^{abc}] = \begin{bmatrix} L_{1r} + L_{rr} & L_{rm} & L_{rm} \\ L_{rm} & L_{1r} + L_{rr} & L_{rm} \\ L_{rm} & L_{rm} & L_{1r} + L_{rr} \end{bmatrix}$$

$$[L_{rs}^{abc}] = L_{sr} \begin{bmatrix} \cos q_r & \cos(q_r - \frac{2p}{3}) & \cos(q_r + \frac{2p}{3}) \\ \cos(q_r + \frac{2p}{3}) & \cos q_r & \cos(q_r - \frac{2p}{3}) \\ \cos(q_r - \frac{2p}{3}) & \cos(q_r + \frac{2p}{3}) & \cos q_r \end{bmatrix}$$