

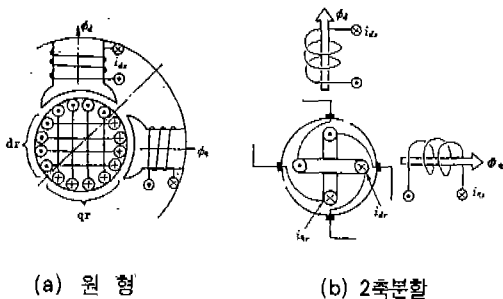
전동기 제어와 응용(2)

역/대한전기기사협회

1.2 전동기 특성해석의 통일적 방법

앞에서 기술한 바와 같이 각종 전동기의 토크가 에너지 변환의 입장에서 동일하게 논해지는 것이므로 그 이론적 해석에도 통일적 방법이 있을 것이다. 그 방법이 대해서 간단히 기술하기로 한다.

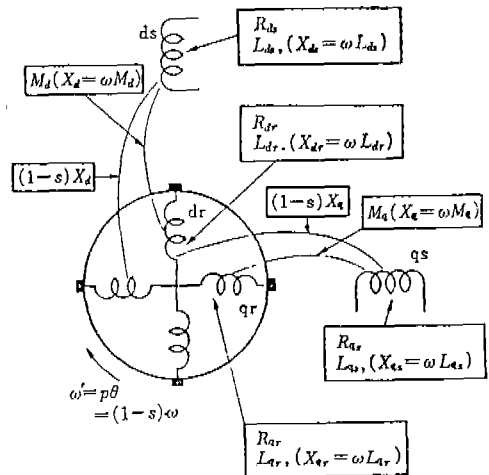
전동기에는 여러가지가 있지만 어느 전동기에도 고정자와 회전자가 있으며 그 양쪽에 권선이 감겨져 있는 점에서는 동일하다. 이들 권선을 해석하는 데는 벡터의 경우 종축과 횡축의 성분으로 분해하여 해석하는 것과 동일하게 전동기도 <그림 1.8>과 같이 고정자 권선을 전기적으로 상호 직각인 직축과 횡축으로 나누고 또 회전자도 정류자와 브러시의 작용에 의해 고정자 권선의 양축과 동일한 두가지의 성분으로 나누어 변압기 기전력과 속도 기전력으로서 각 성분간의 작용을 생각하면 어떤 종류의 전동기도 동일한 방법으로 해석할 수 있고 또한 특성의 비교를 그대로 할 수 있는 편리성이 있다.



<그림 1.8> 2축에 대한 분할

[1] 기본형 회전기

<그림 1.9>는 위와 같은 취지의 기본형 회전기이다. 이 기본형 회전기의 고정자 권선 종축을 ds , 횡축을 qs , 또한 회전자 권선의 종축을 dr , 횡축을 qr 라고 한다. 각 코일의 저항은 각각 Rds, Rqs, Rdr, Rqr , 자기 인덕턴스는 각각 Lds, Lqs, Ldr, Lqr 라고 하고 ds, dr 간의 상호 인덕턴스를 Md, qs, qr 간의 인덕턴스를 Mq 라고 한다.



<그림 1.9> 기본형 회전기

또, 각 코일의 전압을 eds, eqs, edr, eqr , 전류를 ids, iqs, idr, iqr 로 표시하고 이들 정방향은 그것에 생기는 자속의 방향에 의해 <그림 1.8>과 같이 정한다.

각 편선에는 기전력이 유기되는데, 그것에는 변압기 기전력 et 와 속도 기전력 ev 가 있다. 자속쇄교수를 Ψ , $w=2\pi f$ (f 는 전원주파수), 회전자의 각도를 θ , 각속도(전기각)를 w 라고 하면

$$et = \frac{d\Psi}{dt} = p\Psi \quad (1.25)$$

$$ev = w\Psi = \frac{d\theta}{dt}\Psi = p\theta\Psi \quad (1.26)$$

여기서 p : 미분연산자
 이므로 각 회로에 다음 식이 성립된다.

		ds	dr	qr	qs	
e_{ds}	ds	$R_{ds} + pL_{ds}$	pM_d	0	0	i_{ds}
e_{dr}	dr	pM_d	$R_{dr} + pL_{dr}$	$p\theta L_{qr}$	$p\theta M_q$	i_{dr}
e_{qr}	qr	$-p\theta M_d$	$-p\theta L_{dr}$	$R_{qr} + pL_{qr}$	pM_q	i_{qr}
e_{qs}	qs	0	0	pM_q	$R_{qs} + pL_{qs}$	i_{qs}

(1.27)

정상상태에서는 전압 및 전류를 정현파 변화라고 하면 그 실효치 벡터 E 및 I 에 대해서

$$p = jw, p\theta = (1-s)w \quad (s: \text{슬립})$$

이므로, wL 또는 wM 을 X 로 표시하고 상식을 실효치 벡터로 하면 다음 식과 같이 표시된다.

		ds	dr	qr	qs	
\dot{E}_{ds}	ds	$R_{ds} + jX_{ds}$	jX_d			\dot{I}_{ds}
\dot{E}_{dr}	dr	jX_d	$R_{dr} + jX_{dr}$	$(1-s)X_{qr}$	$(1-s)X_q$	\dot{I}_{dr}
\dot{E}_{qr}	qr	$-(1-s)X_d$	$-(1-s)X_{dr}$	$R_{qr} + jX_{qr}$	jX_q	\dot{I}_{qr}
\dot{E}_{qs}	qs			jX_q	$R_{qs} + jX_{qs}$	\dot{I}_{qs}

(1.28)

이것들을 하나의 문자로 표시하면

$$[E] = [Z][I] \quad (1.29)$$

가 된다. 이 $[Z]$ 를 특히

$[Z] =$	<table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td>R_{ds}</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>R_{dr}</td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>R_{qr}</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>R_{qs}</td></tr> </table>	R_{ds}					R_{dr}					R_{qr}					R_{qs}	+	<table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td>jX_{ds}</td><td>jX_d</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>jX_d</td><td>jX_{dr}</td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>jX_{qr}</td><td>jX_q</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>jX_q</td><td>jX_{qs}</td></tr> </table>	jX_{ds}	jX_d			jX_d	jX_{dr}					jX_{qr}	jX_q			jX_q	jX_{qs}
	R_{ds}																																		
	R_{dr}																																		
		R_{qr}																																	
			R_{qs}																																
jX_{ds}	jX_d																																		
jX_d	jX_{dr}																																		
		jX_{qr}	jX_q																																
		jX_q	jX_{qs}																																
	<table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>$(1-s)X_{qr}$</td></tr> <tr><td></td><td>$-(1-s)X_d$</td><td>$-(1-s)X_{dr}$</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>								$(1-s)X_{qr}$		$-(1-s)X_d$	$-(1-s)X_{dr}$						+	<table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>$(1-s)X_q$</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>								$(1-s)X_q$								
			$(1-s)X_{qr}$																																
	$-(1-s)X_d$	$-(1-s)X_{dr}$																																	
			$(1-s)X_q$																																

(1.30)

로 하면 제1항은 저항으로 전동기의 동손을 나타내는 항이고 제2항은 변압기 기전력에 관한 것으로 무효전력을 나타내는 항이며 제3항이 속도 기전력에 관한 항으로 출력력을 나타내는 항이 된다.

매트릭스에서는 이 전동기의 입력 P는

$$P = \{[I]_t^* [E]\}_r = \{[I]_t^* [Z][I]\}_r \quad (1.31)$$

여기서 *: 공역행렬, t : 전치행렬, r : 실수부

로 표시되므로 토크 T는 식(1.30) 제3항의 전력을 속도, 즉 $(1-s)w$ 로 나누어

$$T = \{[I]_t^* [G][I]\}_r \quad (1.32)$$

로 표시된다. 이 단위는 MKS계에서는 $[N \cdot m]$ 이다.

		L_{qr}	M_q
$[G] =$	$-M_d$	$-L_{dr}$	

(1.33)

로서, 이것을 토크텐슬이라고 한다.

이상 기본형 회전기에 대해서 기술했는데, 각 행렬을 전동기 본래의 실효치로 변환하여 되돌린 경우 각각의 양을 $[I]$, $[E]$, $[G]$ 라고 하면

$$T = \{[I]_t^* [G][I]\}_r \quad (1.34)$$

로 표시된다.

$[I]$ 와 $[I]$ 간의 변환회로를 $[C]$ 라고 하면

$$[\dot{I}] = [C][I] \quad (1.35)$$

인데, 임피던스 텐슬과 토크 텐슬의 변환은

$$\begin{aligned} [Z'] &= [C]_t [Z] [C] \\ [G'] &= [C]_t [G] [C] \end{aligned} \quad (1.36)$$

로 행하여진다.

또한 순시치에서는 기본형에 대한 토크 τ 는

$$\tau = [I]_t \omega(G)[I] \quad [\text{ehdrl. 와트}] \quad (1.37)$$

로 표시된다. $[N \cdot m]$ 의 단위면 w 가 필요없다.

이들 식에서 토크가 다음 두가지 방향으로 되는 것을 알 수 있다.

① idr 와 회전자의 직축 자속 쇄교수 $Ldridr$

+ M_{ids} 간에 발생하는 시계방향의 토크
 ② idr 와 회전자의 횡축 자속 쇄교수 L_{qriqr} +
 M_{gids} 간에 발생하는 반시계방향의 토크
 또한 토크를 다음과 같이 둘로 나눈다.

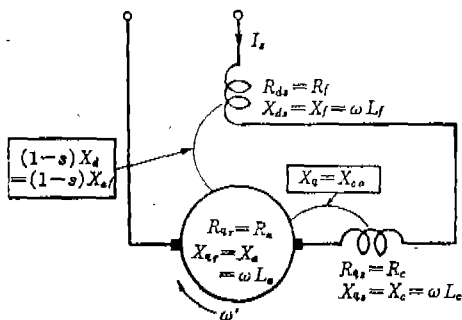
$$(G) = \begin{bmatrix} & & & \\ & & & \\ -M_d & & & \\ & & & \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} & & & \\ & & & \\ & & & L_{qr} \\ & & -L_{dr} & \\ & & & & \end{bmatrix} \equiv (G_r) + (G_s) \quad (1 \cdot 38)$$

이 중 $[G_r]$ 에 의한 토크는 직축과 횡축의 리액턴스 차에 의해 생기는 토크를 표시하는 것으로서, 이 토크를 리액턴스 토크 또는 리액션 토크라고 한다. 값이 일정한 전동기에서는 $L_{qr} = L_{dr}$ 이므로 $[G_r]$ 에 의한 토크는 없다.

이하, 각종 전동기를 이 기본형으로 변환해서 생각해 보는데 실패로가 기본형에 가까운 것부터 들어 보기로 한다.

[2] 단상 직권정류자 전동기

단상 직권정류자 전동기는 <그림 1.10>과 같은 구성으로 되어 있다. 이것을 기본형 회전기와 비교하면 dr 권선이 없으므로 임피던스 텐슬은 식(1.28)에서 다음과 같이 된다.



<그림 1.10> 단상 직권정류자 전동기의 해석

$$(Z) = \begin{matrix} & ds & qr & qs \\ ds & R_f + jX_f & & \\ qr & -(1-s)X_{af} & R_a + jX_a & jX_{ca} \\ qs & & jX_{ac} & R_c + jX_c \end{matrix} \quad (1 \cdot 39)$$

그리고 토크 텐슬은

$$\omega(G_s) = \begin{matrix} & ds & dr & qs \\ ds & & & \\ qr & -X_{af} & & \\ qs & & & \end{matrix} \quad (1 \cdot 40)$$

기본형과의 전류의 대응은 $[I] = [C][I']$ 에서 $[I'] = is$ 이다. 따라서

$$I_{ds} = I_s, I_{qr} = -I_s, I_{qs} = I_s \quad (1 \cdot 41)$$

와 같은 관계에서 변환행렬은 다음과 같이 된다.

$$[C] = \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 1 \end{bmatrix}, \quad [C]_t = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 \end{bmatrix} \quad (1 \cdot 42)$$

따라서

$$[E'] = [C]_t [E] = E_{is} + E_{qr} + E_{qs} = \dot{V} \quad (1 \cdot 43)$$

원래의 전동기의 토크 텐슬은

$$[G_s'] = [C]_t [G_s] [C] = \frac{X_{af}}{\omega} \equiv M_{af} \quad (1 \cdot 44)$$

동일하게 임피던스 텐슬은

$$[Z'] = [C]_t [Z] [C] = \{R_f + R_a + R_c + (1-s)X_{af}\} + j\{X_f + X_a + X_c - X_{ac} - X_{ca}\} \quad (1 \cdot 45)$$

로서

$$[I'] = \dot{V} / Z' \quad (1 \cdot 46)$$

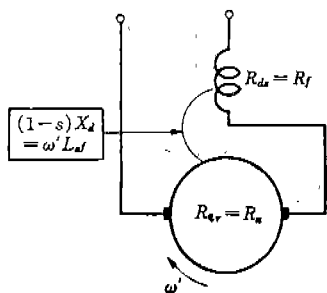
[3] 직류 직권전동기

직류 직권전동기에서는 <그림 1.11>과 같이 식(1.39)의 j 항이 없어지고 $(1-s)\omega$ 가 회전자의 회전속도 ω' 가 되며 보상권선도 일반적으로는 생각하지 않아도 되므로 임피던스 텐슬은

$$(Z) = \begin{matrix} & ds & qr \\ ds & R_f & \\ qr & -\omega' L_{af} & R_a \end{matrix} \quad (1 \cdot 47)$$

따라서 토크는 다음과 같이 된다.

$$T = \frac{L_{af} V^2}{\{R_f + R_a + \omega' L_{af}\}^2} \text{ (N}\cdot\text{m)} \quad (1 \cdot 48)$$

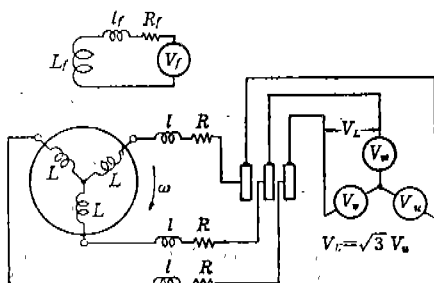


<그림 1-11> 직류 직권전동기의 해석

[4] 동기전동기

삼상 동기전동기는 자극에 직류 여자를 가하고 전 기자에는 3상 전류가 유입하여 회전자계를 만든다. 여자기자력과 회전자계가 공간적으로 항상 일정한 위치를 유지하도록 회전자가 회전한다. 회전계자형 에서는 양자가 동기속도로 회전하고 회전전기자형에 서는 자계가 고정한다.

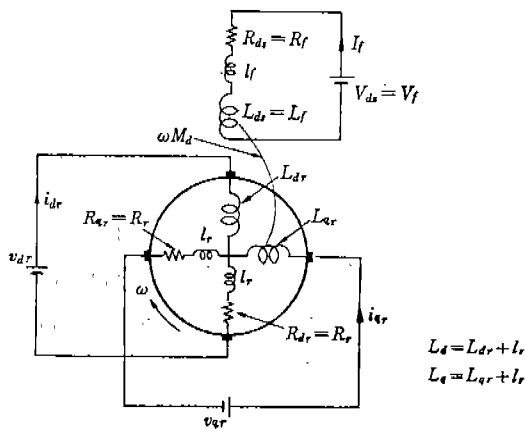
그래서 자계를 고정시켜서, 즉 회전전기자형 <그림 1-12>으로 하여 생각하면 <그림 1-13>과 같 이 여자권선의 축을 ds 로 하고



- L : 전기자코일의 주자기 인덕턴스
- I : 전기자코일의 누설 인덕턴스
- R : 전기자코일의 저항
- l_f : 계자코일의 주자기 인덕턴스
- L_f : 계자코일의 누설 인덕턴스
- R_f : 계자코일의 저항

<그림 1-21> 회전전기자형동기전동기의 원형

고정자권선을 ds 와 동일한 축(직축)의 dr 와 그 것에 직각인 축(횡축)의 qr 로 나눌 수가 있어 기본 형 회전기가 된다.



<그림 1-13> 회전전기자형동기전동기의 기본형 (해석)

ds 의 전압전류는 직류이므로 dr, qr 의 그것도 직 류가 되고 식(1-28)의 i 의 항을 생략해서 $s=0$ 으로 하여

	ds	dr	qr	
V_{ds}	ds	R_{ds}		i_{ds}
v_{dr}	dr		R_r	i_{dr}
v_{qr}	qr	$-\omega M_d$	$-\omega L_d$	R_r
				i_{qr}

(1-49)

이 변형에서는

	ds	dr	pr	
f	$\sqrt{\frac{3}{2}}$			$\theta_u = \omega t$
u		$\cos \theta_u$	$\sin \theta_u$	$\theta_v = \omega t - \frac{2\pi}{3}$
v		$\cos \theta_v$	$\sin \theta_v$	$\theta_w = \omega t + \frac{2\pi}{3}$
w		$\cos \theta_w$	$\sin \theta_w$	f : 계자회로주 u, v, w : 삼상의 각상

(1-50)

이고

$$\left. \begin{aligned}
 R_r &= R, \quad l_r = l, \quad R_{ds} = R_f, \quad l_{ds} = l_f \\
 L_{dr} &= \frac{3}{2} L_{du}, \quad L_{qr} = \frac{3}{2} L_{qu}, \quad L_{ds} = L_f \\
 (\text{비둘극기에서는 } L_{du} &= L_{qu} = L) \\
 M_d &= \sqrt{L_f L_{dr}} = \sqrt{\frac{3}{2}} \sqrt{L_f L_{du}} = \sqrt{\frac{3}{2}} M_{f_u} \\
 V_{ds} &= V_f, \quad i_{ds} = I_f
 \end{aligned} \right\} (1-51)$$

이다.

그리고 원래의 동기전동기 선간전압을 V_L , 상차각을 δ 라고 하면

$$\left. \begin{aligned} v_{dr} &= -V_L \sin \delta \\ v_{qr} &= -V_L \cos \delta \end{aligned} \right\} \quad (1.52)$$

이다.

$$\omega M_d I_f \equiv E_0 = \sqrt{3} E_{0u} \quad (\text{무부하 선간 유도기전력})$$

$$(\because E_{0u} = \omega M_{fu} I_f / \sqrt{2}, M_d = \sqrt{3/2} M_{fu})$$

$$\omega(l_r + L_{dr}) \equiv \omega L_d \equiv X_d \quad (\text{직축동기 리액턴스, 성형의 1상})$$

$$\omega(l_r + L_{qr}) \equiv \omega L_q \equiv X_q \quad (\text{횡축동기 리액턴스, 성형의 1상}) \quad (1.53)$$

이라고 하면 식(1.49)에서

$$T \equiv \frac{V_L E_0}{X_d} \sin \delta + \frac{1}{2} \left(\frac{1}{X_q} - \frac{1}{X_d} \right) V_L^2 \sin 2\delta \quad \text{[W]} \quad (1.54)$$

로 구해진다.

[5] 직류 분권전동기

타력 또는 분권 직류전동기는 <그림 1.14>와 같이 동기전동기의 기본형 dr 가 없는 것과 동일하다. 그러므로

		ds	qr	
V_{ds}	ds	R_f		$\begin{bmatrix} i_{ds} \\ i_{qr} \end{bmatrix}$
v_{qr}	qr	$-\omega' M_d$	R_r	

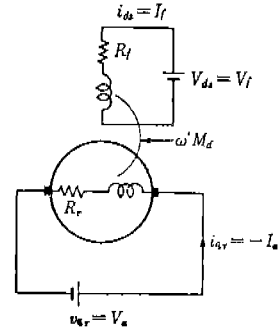
(1.55)

$$\left. \begin{aligned} V_{ds} &= V_f \quad (\text{계자전압}) \\ i_{ds} &= I_f \quad (\text{계자전류}) \\ v_{qr} &= V_a \quad (\text{전기자전압}) \\ i_{qr} &= -I_a \quad (\text{전기자전류}) \\ R_f &= R_a \quad (\text{전기자회로저항}) \end{aligned} \right\} \quad (1.56)$$

으로서, 직류기의 상식적인 관계로서 토크는

$$T = M_d I_f I_a = \frac{M_d V_f (V_a - \omega' M_d I_f)}{R_f R_a} \quad \text{[N}\cdot\text{m]} \quad (1.57)$$

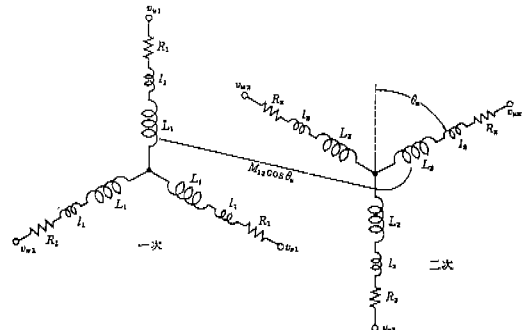
와 같이 구해진다.



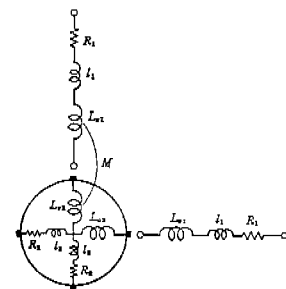
<그림 1.14> 직류 분권전동기의 해석

[6] 유도전동기

다상 유도전동기는 정상시는 정상분 운전을 하지만 특수상태로서는 역상분을 포함하는 일도 있다. 단상 유도전동기는 정역상 토크 구간이 보통이다. 이들 현상의 취급을 위해서 식(1.28)의 행렬 순서를 ds, qs, dr, qr 순으로 바꾸어 배열하면 편리하다. 이와 같이 해서 <그림 1.15>의 3상 유도전동기를 <그림 1.16>과 같은 기본형으로 변환하면 식(1.28)에서 식(1.58)과 같이 된다.



<그림 1.15> 유도전동기의 원형



<그림 1.16> 유도전동기의 기본형

	ds	qs	dr	qr	
v_{ds}	$R_1 + p(l_1 + L_{\sigma 1})$		pM		i_{ds}
v_{qs}		$R_1 + p(l_1 + L_{\sigma 1})$		pM	i_{qs}
v_{dr}	pM	$\omega' M$	$R_2 + p(l_2 + L_{\sigma 2})$	$\omega' (l_2 + L_{\sigma 2})$	i_{dr}
v_{qr}	$-\omega' M$	pM	$-\omega' (l_2 + L_{\sigma 2})$	$R_2 + p(l_2 + L_{\sigma 2})$	i_{qr}

(1.58)

이 경우의 변환행렬은

	ds	qs	dr	qr	
U	1				
V	$\cos \frac{2\pi}{3}$	$\sin \frac{2\pi}{3}$			
W	$\cos \frac{4\pi}{3}$	$\sin \frac{4\pi}{3}$			
u			$\cos \theta_u$	$\sin \theta_u$	
v			$\cos \theta_v$	$\sin \theta_v$	
w			$\cos \theta_w$	$\sin \theta_w$	

$(C_1) = \sqrt{\frac{2}{3}}$ (1.59)

이며, 인덕턴스 간에는 다음과 같은 관계가 있다.

$$L_{01} = \frac{3}{2} L_1, \quad L_{02} = \frac{3}{2} L_2, \quad M = \frac{3}{2} M_{12} \quad (1.60)$$

다음에 정방향 회전자계에 상당하는 정상분과 역방향 회전자계에 상당하는 역상분으로 나누어 생각하기 위해 식(1.58)의 ds, qs, dr, qr 축을 다시 또 2상 대축축으로 변환한다. 그때의 변환행렬은

	fs	bs	fr	br	
ds	1	1			
qs	$-j$	j			
dr			1	1	
qr			$-j$	j	

$(C_2) = \frac{1}{\sqrt{2}}$ (1.61)

여기서, fs, bs : 회전자의 정상축의 역상축
fr, br : 회전자의 정상축의 역상축

으로서 변환후의 임피던스는 다음과 같이 된다.

$$[\dot{Z}_s] = [C_2]_t^* [Z] [C_2] =$$

	fs	bs	fr	br
fs	$R_1 - p(l_1 + L_{\sigma 1})$		pM	
bs		$R_1 + p(l_1 + L_{\sigma 1})$		pM
fr	$(p - j\omega')M$		$R_2 + (p - j\omega') \cdot (l_2 + L_{\sigma 2})$	
br		$(p + j\omega')M$		$R_2 + (p - j\omega') \cdot (l_2 - L_{\sigma 2})$

(1.62)

정상운전상태에서는, $p = j\omega$, $p - j\omega' = j\omega\omega$, $p + j\omega' = j(2-s)\omega$ 로 하고 리액턴스 표시로 바꾸

어 식(1.63)이 얻어진다.

	fs	bs	fr	br
(Z_s)	$\frac{R_1 + j(x_1 + X_{01})}{j}$		jX_{01}	
bs		$\frac{R_1 + j(x_1 + X_{01})}{j}$		jX_{01}
fr	$s \cdot jX_{01}$		$\frac{R_2 + s \cdot j(x_2 + X_{02})}{j}$	
br		$(2-s)jX_{01}$		$\frac{R_2 + (2-s) \cdot j(x_2 + X_{02})}{j}$

(1.63)

회전자의 외부전압은 영이다. 또 fr행의 요소를 s 로 나누고 br행의 요소로 2-s로 나누고, 또한 정상분과 역상분을 분리하여 2차랑을 1차랑으로 변환하여 를 달면

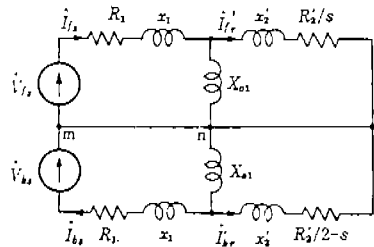
	fs	fr'	
\dot{V}_{fs}	$\frac{R_1 + j(x_1 + X_{01})}{j}$	jX_{01}	I_{fs}
0	jX_{01}	$\frac{R_2'}{s} + j(x_2' + X_{01})$	I_{fr}'

(1.64)

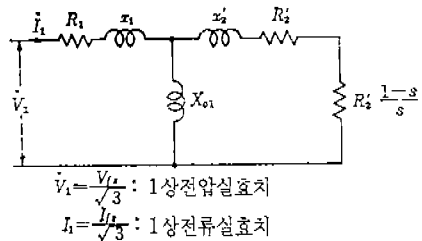
	bs	br'	
\dot{V}_{bs}	$\frac{R_1 + j(x_1 + X_{01})}{j}$	jX_{01}	I_{bs}
0	jX_{01}	$\frac{R_2'}{2-s} + j(x_2' + X_{01})$	I_{br}'

(1.65)

가 된다. 식(1.64)가 정상 임피던스, 식(1.65)가 역상 임피던스로서 이것을 등가회로로 표시하면 <그림 1.17>과 같아 된다.



<그림 1.17> 유도전동기의 정상역상을 포함하는 등가회로



<그림 1.18> 삼상유도전동기의 역상분이 없는 경우의 등가 회로

3상 유도전동기의 정상 평형운전의 등가회로는 이 정상분만큼을 채택하여 <그림 1·18>과 같이 유도할 수가 있으며, 이에 의해 각종의 특성을 해석할 수 있게 된다. 그 결과의 예는 후술한다.

그리고 대칭좌표에의 변환 전후 전류전압의 관계는 식(1·61)에서

$$\left. \begin{aligned} \dot{I}_{fs} &= \frac{1}{\sqrt{2}}(\dot{I}_{ds} + j\dot{I}_{qs}) \\ \dot{I}_{bs} &= \frac{1}{\sqrt{2}}(\dot{I}_{ds} - j\dot{I}_{qs}) \end{aligned} \right\} \quad (1 \cdot 66)$$

$$\left. \begin{aligned} \dot{V}_{fs} &= \frac{1}{\sqrt{2}}(\dot{V}_{ds} + j\dot{V}_{qs}) \\ \dot{V}_{bs} &= \frac{1}{\sqrt{2}}(\dot{V}_{ds} - j\dot{V}_{qs}) \end{aligned} \right\} \quad (1 \cdot 67)$$

이다.

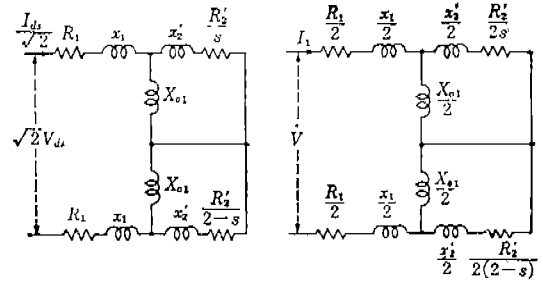
2상 유도전동기도 식(1·64), (1·65)와 동일한 형으로 표시되지만 순단상 유도전동기에서는 권선 q 가 빠져 있으므로 $I_{qs} = 0$, 따라서 식(1·66)에서

$$\dot{I}_{ds} = \sqrt{2}\dot{I} = \sqrt{2}\dot{I}_{bs} \quad (1 \cdot 68)$$

따라서 <그림 1·17>의 m 점 n 점을 연결하는

선의 전류 $I_{fs} - I_{bs}$ 는 영이 되므로 여기에서는 연결하지 않아도 된다. 또 식(1·67)에 의해

$$V_{fs} + V_{bs} = \sqrt{2} V_{ds} \quad (1 \cdot 69)$$



(a) $\sqrt{2} V_{ds}$ 를 기준으로 한 경우 (b) 단자전압을 기준으로 한 경우

<그림 1.19> 순단상유도전동기의 등가회로

이므로 순단상 유도전동기의 등가회로는 <그림 1.19(a)>와 같이 된다. V_{ds} 가 단자전압 V , I_{ds} 가 1차전류 I_1 이 되므로 단자전압 V 에 대한 등가회로를 그리면 임피던스는 1/2한 값이 되며 <그림 1.19(b)>와 같이 되는 것이다.

<다음호에 계속...>

너도나도 사전점검
재해없는 우리고장