Tableau comparatif des modes de démarrage_memotech_page 341

mode de démarrage	symbole	Couple au démarrage M'd	Courant au démarrage I'd	Nombre d'étapes de démarrage	Nombre de contacteurs	temps de démarrage td maxi	Adaptation de M'd et I'd
Direct	D	Md (1)	Id (1)	1	1	8 s	non
Étoile-Triangle	Y.D	Md / 3	Id/3	2	3	8 s	non
Étoile Triangle résistance Triangle	Y.DR.D	Md / 3	Id/3	3	4	10 s	non
Résistances statoriques	RS	K^2.Md	K·Id	n_e	n_e	≈ 15 s	oui
Autotransformateur	AT	K^2.Md	1,1 K^2.Id	$n_e \geq 3$	si $n_e = 3 \rightarrow 3$ si $n_e > 3 \rightarrow n_e + 1$	≈ 15 s	oui
Résistances rotoriques *	RR	≤ M_{max}	$\left(Q+\frac{M'_d}{M_n}\right)I_n$	n_e	n_e	≈ 25 s	oui

* Nécessite un moteur à bagues (rotor bobiné) ou un moteurà coupleur (rotor bobiné).

(1) Ce sont les valeurs données dans le tableau (§11.1.12).

K = U'/U avec U' tension au bornes du moteur au démarrage.

Seuls les démarrage du type RS, AT et RR permettent d'adapter le couple au démarrage M'd en fonction des besoins de l'utilisateur.

Tableau comparatif des modes de démarrage_memotech_page 341						
mode de démarrage	symbole	Courant au démarrage I'd	Couple au démarrage M'd	Nombre d'étapes de démarrage	Nombre de contacteurs	temps de démarrage td maxi	Adaptation de M'd et I'd
Étoile-Triangle	Y.D	Id/3	Md / 3	2	3	8 s	non

Puissance		Type	Intensité (A)		Couple (Nm)		Rendement (%)			Cos φ			n min^{-1}	Inertie du rotor J kg.m²	Masse kg
kW	Ch		In sous 400 V	Id/In	Md/Mn	Mmax/Mn	½	¾	4/4	½	¾	4/4			
22	30	LS 180 L	44,1	5,5	2,4	2,5	88	89	89	0,73	0,81	0,85	1 455	0,122	135

Démarrage étoile -triangle memotech page 357		
Puissance	P	22 kW
Intensité	In	44,10 A
Intensité	Id/In	5,5
démarrage Y D	Id/3	3
I'd=Id/3		1,8
courant de démarrage	I'd	80 A
Couple (Nm)	Md/Mn	2,40 Nm
Couple au démarrage	Md/3	3
		0,80 Nm
temps de démarrage	td	9,6 s

=C17/C18

=ARRONDI.INF(C19*C16)

=C21/C22

Remarque:

La courbe caracteristique (§ 11.1.8.7) page 347, indique un ordre de grandeur de *Ma*
Au démarrage *Ma* = *Mm* - *Mr* = 0,7- 0,3 = 0,4 Mn

L'abaque (§ 11.1.6.5.) page 336, donne *td* = 9,6 s
I'd= *Id /3* = 1,8 *n* = 1,8 x 44,1 = 80 A

memotech_page 341

11.1.7.2. TABLEAU COMPARATIF DES MODES DE DÉMARRAGE

Modes de démarrage	Symbole lettre	Couple au démarrage M'_d	Courant au démarrage I'_d	Nombre d'étapes	Nombre de contacteurs	t_d maxi	Adaptation de M'_d et I'_d
Direct	D	M_d (1)	I_d (1)	1	1	8 s	non
Étoile-Triangle	Y.D	$M_d/3$	$I_d/3$	2	3	8 s	non
Étoile Triangle résistance Triangle	Y.DR.D	$M_d/3$	$I_d/3$	3	4	10 s	non
Résistances statoriques	RS	$K^2 . M_d$	$K . I_d$	n_e	n_e	≃ 15 s	oui
Autotransformateur	AT	$K^2 . M_d$	$1,1 . K^2 . I_d$	$n_e \geq 3$	si $n_e = 3 \Rightarrow 3$ si $n_e > 3 \Rightarrow n_e + 1$	≃ 15 s	oui
Résistances rotoriques *	RR	$\leq M_{max}$	$\left(Q + \frac{M'_d}{M_n}\right) I_n$	n_e	n_e	≃ 25 s	oui

* Nécessite un moteur à bagues (rotor bobiné) ou un moteur à coupleur (rotor bobiné)

(1) Ce sont les valeurs données dans le tableau (§ 11.1.5.3.) ou les tableaux (§ 11.1.12.).

$K = U' / U$ avec U' tension aux bornes du moteur au démarrage.

Seuls les démarrages du type RS, AT et RR permettent d'adapter le couple au démarrage M'_d en fonction des besoins de l'utilisateur.

Exemple : Moteur ***LEROY-SOMER*** de 30 kW – Alimentation triphasée 400 V.

Couple au démarrage M'_d souhaité : $M'_d / M_n \simeq 1,4$ $n_s = 1\,500$ min^{-1}.

Machine entraînée M_r du type kn^2.

a) Moteur rotor à cage → type LS 200 LT (§ 11.1.12.4.)

I_n sous 400 V = 60 A ; $M_d / M_n \simeq 2,5$; $I_d / I_n = 6,3$.

– Démarrage RS → $K^2 = M'_d / M_d = 1,4/2,5 = 0,56 \rightarrow K = 0,75$

$K = U' / U = 0,75 \rightarrow U' = KU = 0,75 \times 400 = 300$ V

$I'_d = K I_d = 0,75 \times 6,3 \times 60 = 284$ A.

(U' ; M'_d ; I'_d = valeurs au démarrage)

– Démarrage AT → $K^2 = M'_d / M_n = 0,56 \rightarrow K = 0,75$.

$U' = K U = 0,75 \times 400 = 300$ V.

$I'_d = 1,1\ K^2 \quad I_d = 1,1 \times 0,56 \times 6,3 \times 60 = 233$ A.

b) Moteur rotor bobiné → type FB 225 Mv/4 (§ 11.1.12.4.)

I_n sous 400 V = 59 A ; $M_{max} / M_n = 3$.

– Démarrage RR → $U' = U = 400$ V.

$M'_d / M_n < M_{max} / M_n$

– Q dépend du couple souhaité au démarrage M'_d et du type du couple résistant M_r de la machine entraînée. Valeurs de Q (§ 11.1.9.6.).

→ $Q = 1$.

$I'_d = I_n (M'_d / M_n + Q) = 59 (1 + 1) = 118$ A.

memotech_page 357

11.1.9. DÉTERMINATION DES DÉMARREURS (Calculs approchés)

11.1.9.1. DÉMARRAGE DIRECT (D)

Le temps de démarrage dépend de M_a (§ 11.1.6.4.), de n fréquence de rotation finale (§ 11.1.8.6.) et de J ou MD^2 (§ 11.1.2.1.).
Lire le temps de démarrage t_d sur l'abaque (§ 11.1.6.5.) ou le calculer.

Exemple : Moteur : *LEROY SOMER LS 180 L/4* (§ 11.1.11.4.) 22 kW $U = 400$ V.
$I_n = 44{,}1$ A. $n_n = 1\,455$ min^{-1}. $M_d / M_n = 2{,}4$. $I_d / I_n = 5{,}5$. J rotor = 0,122 kg m^2.
Machine entraînée : pompe centrifuge démarrant en charge (du type kn^2)
$P_e \simeq P_n \simeq 22$ kW. $J = 2{,}3$ kg.m^2. (Ramené sur l'arbre du moteur)

J à 1 455 min^{-1} = 0,122 + 2,3 = 2,422 kg.m^2.
$M_n = 140$ Nm à 1 455 min^{-1} (§ 11.1.5.4.)
Machine entraînée : (courbe ③ § 11.1.6.4.). $M_a = 1{,}6\ M_n$ pour $M'_d/M'_n = 2{,}4$ ($M'_d = M_d$ et $M'_n = M_n$)
(à 1 455 min^{-1} $M_r \simeq M_m \simeq M'_n$) → $M_a = 1{,}6 \times 140 = 224$ Nm.
L'abaque (§ 11.1.6.5.) donne $t_d \simeq 1{,}8$ s.
$I_d = 5{,}5 \times 44{,}1 = 243$ A.

11.1.9.2. DÉMARRAGE ÉTOILE-TRIANGLE (Y-D)

Même moteur et même machine entraînée qu'au § 11.1.9.1. ($M'_n = M_n$)
Le couplage © (§ 11.1.8.7.) se fait à $n_c = 0{,}85\ n_s$ (fréquence de rotation finale en Y).
$n_c = 1\,275$ min^{-1}. $J = 2{,}422$ kg.m^2.
Le couple à n_c vaut $0{,}75\ M_n = 0{,}75 \times 140 = 105$ Nm
$M'_d/M'_n = M_d/3$. $M_n = 2{,}4/3 = 0{,}8$ (§ 11.1.7.2.)
$I'_d/I_n = I_d/3$. $I_n = 5{,}5/3 = 1{,}8$ (§ 11.1.7.2.)

La courbe ③ (§ 11.1.6.4.) donne $M_a = 0{,}3\ M_n$ (Le démarrage est juste acceptable.)
$M_a = 0{,}3 \times 105 = 31{,}5$ Nm.
(Le couple M_n est dans ce cas le couple obtenu à n_c)

Remarque :
La courbe caractéristique (§ 11.1.8.7.) indique un ordre de grandeur de M_a.
Au démarrage $M_a = M_m - M_r = 0{,}7 - 0{,}3 \simeq 0{,}4\ M_n$.

L'abaque (§ 11.1.6.5.) donne $t_y \simeq 9{,}6$ s.
$I'_d = I_d/3 = 1{,}8\ I_n = 1{,}8 \times 44{,}1 = 80$ A.

11.1.9.3. DÉMARRAGE ÉTOILE-TRIANGLE RÉSISTANCE-TRIANGLE (Y-DR-D)

Le temps du couplage en Y se détermine de la même façon qu'au § 11.1.9.2.
Le temps du couplage en DR est généralement de 2 à 3 s.
Détermination de R : (par phase)

$$R = 0{,}28\ \frac{U}{I_n}$$

R = valeur de la résistance en Ω.
U = tension entre phases en V.
I_n = courant nominal du moteur.

(Choix de R § 11.1.9.7.)

Exemple :
Cas précédent $t_y \simeq 9{,}6$ s.
$R = 0{,}28\ (400/44{,}1)$
$R = 2{,}54\ \Omega$.
$t_{dr} = 3$ s.
$I'_d = 1{,}8$. $I_n = 80$ A.

CARACTERISTIQUES DES MOTEURS TRIPHASÉS ROTOR À CAGE (MOTEURS 4 PÔLES) SERVICES S1

Puissance		Type	Intensité (A)		Couple (Nm)		Rendement (%)			Cos φ			n min^{-1}	Inertie du rotor J $kg.m^2$	Masse kg
kW	Ch		In sous 400 V	Id/In	Md/Mn	Mmax/Mn	½	¾	4/4	½	¾	4/4			
0,09	0,12	LS 56 L	0,38	2,89	1,8	1,85	41	48	54	0,48	0,58	0,67	1 375	0,00002	4
0,12	0,17	LS 63 M	0,43	2,79	2	2	52	56	55	0,52	0,67	0,8	1 350	0,00035	4,8
0,18	0,25	LS 63 M	0,6	3,5	2,1	2,1	56	60	63	0,57	0,68	0,78	1 390	0,000475	5
0,25	0,33	LS 71 L	0,82	3,9	1,8	2,4	50	57	61	0,51	0,64	0,75	1 415	0,000675	6,4
0,37	0,5	LS 71 L	1,1	4,36	1,85	2,5	58	64	67	0,51	0,66	0,76	1 400	0,00085	7,3
0,55	0,75	LS 80 L	1,65	4,61	2,1	2,2	60	66	68	0,5	0,64	0,75	1 400	0,001375	9
0,75	1	LS 80 L	2,1	4,76	2,4	2,4	66	71	72	0,57	0,7	0,75	1 400	0,0018	10,5
0,9	1,25	LS 80 L	2,6	5,38	2,9	2,7	67	73	73	0,48	0,61	0,76	1 415	0,00235	11,5
1,1	1,5	LS 90 S	2,7	5,67	2,2	2,4	74	76	77	0,6	0,74	0,82	1 420	0,003175	14
1,5	2	LS 90 L	3,7	5,92	2,3	2,6	75	78	78	0,57	0,72	0,8	1 420	0,003925	15
1,8	2,5	LS 90 L	4,3	5,65	2,1	2,3	78	80	79	0,62	0,75	0,82	1 410	0,0046	17
2,2	3	LS 100 L	5,25	6,3	2,5	2,6	78	80,5	81	0,58	0,7	0,79	1 435	0,00595	21
3	4	LS 100 L	7,1	6,35	2,8	2,8	78	81	81	0,6	0,72	0,79	1 435	0,00745	23
4	5,5	LS 112 M	9,5	5,7	2,3	2,4	79	81	82	0,56	0,7	0,78	1 440	0,01345	28
5,5	7,5	LS 132 S	11,8	7,25	2,4	2,5	79	82	83	0,57	0,73	0,85	1 435	0,021125	45
7,5	10	LS 132 M	16	7,9	3,2	3,1	81	84	85	0,66	0,77	0,83	1 450	0,03345	56
9	12	LS 132 M	18,6	8,2	2,6	2,9	83	85	85	0,72	0,82	0,86	1 445	0,038525	62
11	15	LS 160 M	22	5	2,1	2,1	86	87,5	87	0,8	0,85	0,87	1 440	0,05375	80
15	20	LS 160 L	29,3	5,8	2,4	2,5	88	89	89	0,76	0,83	0,86	1 445	0,073	97
18	25	LS 180 M	36,4	5,8	2,5	2,4	88	89	88,5	0,77	0,84	0,87	1 450	0,0885	113
22	30	LS 180 L	44,1	5,5	2,4	2,5	88	89	89	0,73	0,81	0,85	1 455	0,122	135
30	40	LS 200 L	60	6,3	2,5	2,4	87,5	89,5	89,5	0,74	0,81	0,85	1 455	0,15125	170
37	50	LS 225 S	72	6,4	2,7	2,5	88,5	90,5	90,5	0,74	0,83	0,86	1 460	0,25675	210
45	60	LS 225 M	85,5	6	2,7	2,7	89,5	91	91	0,75	0,83	0,86	1 460	0,6065	275
55	75	LS 250 M	106	6,6	2,7	2,7	89	91,5	92	0,77	0,83	0,86	1 470	1,1075	315
75	100	LS 280 S	145	7	3,1	2,9	90	91,5	92	0,78	0,82	0,85	1 470	1,5775	400
90	125	LS 280 M	173	7	3,1	2,7	90,5	92	92,5	0,77	0,83	0,85	1 475	2,15725	565
110	150	LS 315 S	211	7,4	3,4	2,6	90,5	92	93	0,75	0,81	0,85	1 475	2,6515	685
132	180	LS 315 M	253	7,1	3,3	2,6	91,5	93	94	0,75	0,81	0,84	1 480	2,967	750
160	220	LS 315 L	300	7,2	1,7	2,7	93	94	94	0,8	0,84	0,86	1 475	3,8	1050
200	270	LS 315 L	370	7,2	1,7	2,7	93,5	94,5	95	0,8	0,84	0,86	1 475	4,4	1150