

DIRECTION DES EXAMENS ET DES CONCOURS (DEXCO)

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR / SESSION 2023

FILIERE INDUSTRIELLE : MAINTENANCE DES SYSTEMES DE PRODUCTION

ETUDE DES SYSTEMES ELECTRIQUES

EPREUVE :

Durée de l'épreuve : 3 Heures

Coefficient de l'épreuve : 3

TRANSBORDEMENT DE MINERAI

Ce sujet comporte 10 pages de 0/9 à 9/9.

Aucun document n'est autorisé.

TRANSBORDEMENT DE MINERAI

1- CAHIER DES CHARGES

1-1 Synoptique

Les wagonnets venant du lieu d'extraction se déchargent par gravité dans le silo de stockage (Silo 1). Ce silo comporte à sa base un extracteur rotatif E entraîné par le moteur M1 (le fonctionnement de l'extracteur n'est pas étudié). Deux transporteurs T1 et T2 entraînés respectivement par les moteurs M2 et M3, acheminent le minerai vers le silo (silo2) d'approvisionnement.

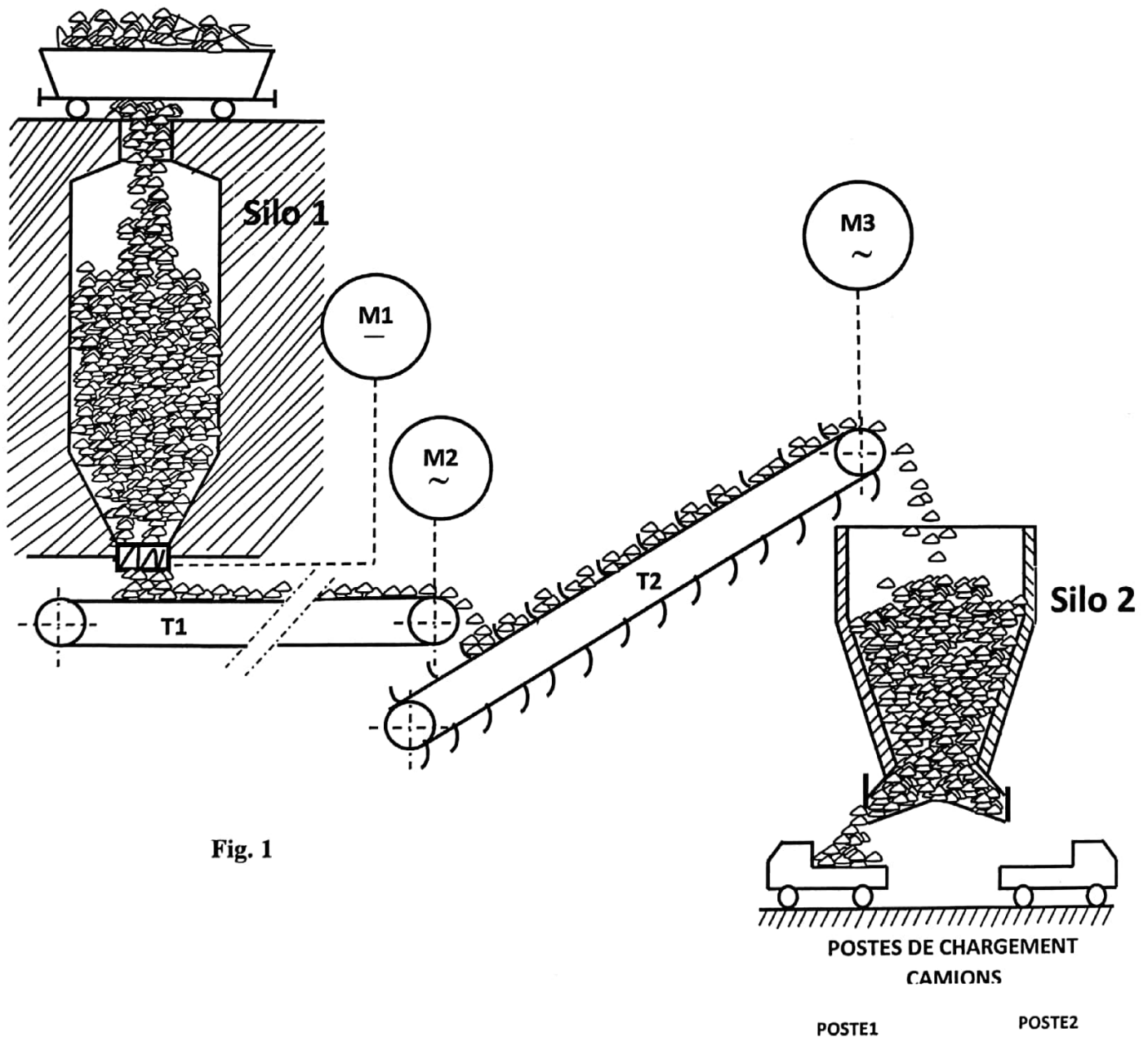
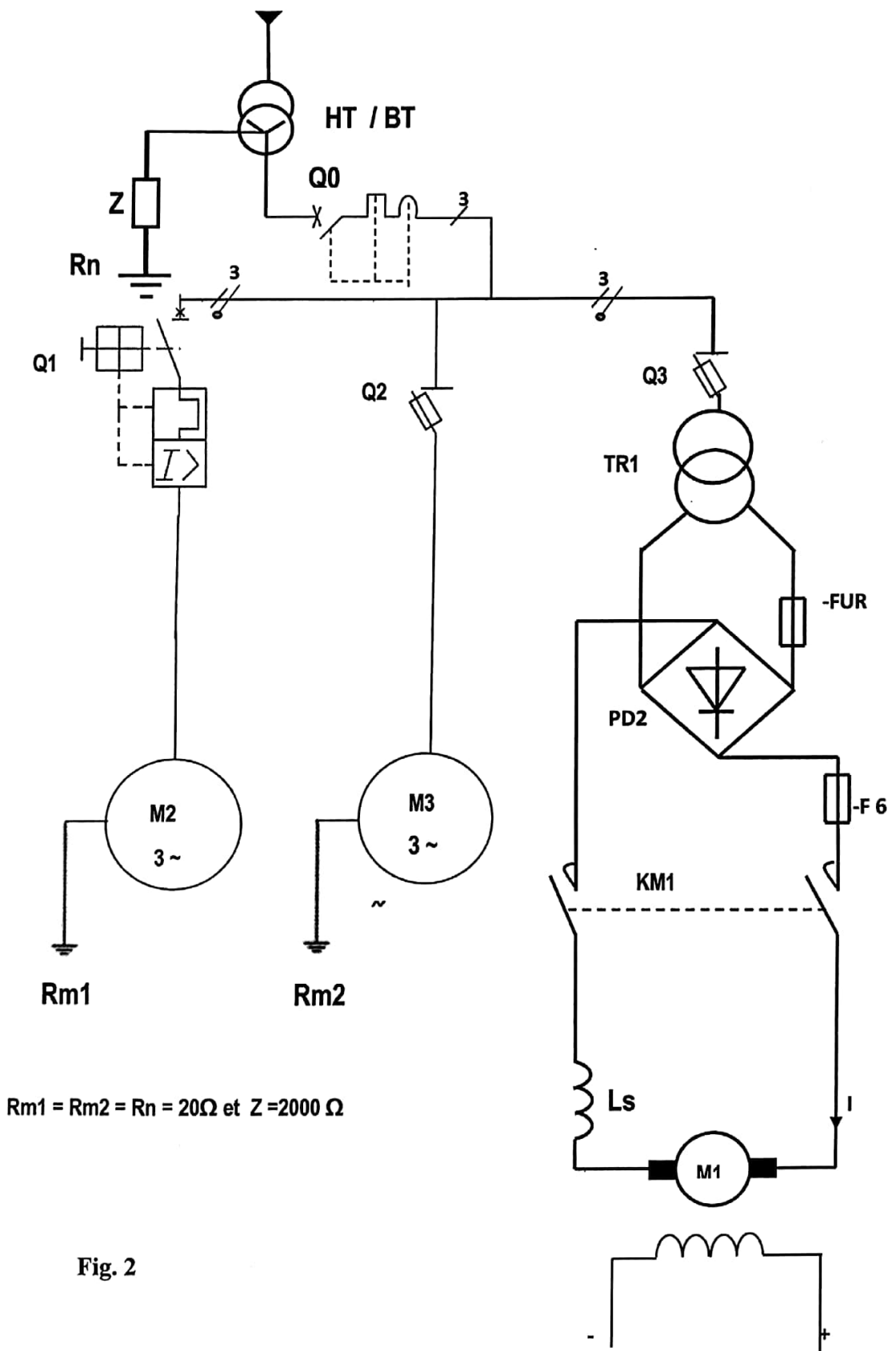


Fig. 1

1-2 Schéma unifilaire de l'installation



1-3 Fonctionnement

Conditions initiales

Présence de minerai dans le silo 1.

Le silo 2 fermé

Présence d'au moins un camion

Les transporteurs T1 et T2 sont à l'arrêt

Les conditions initiales étant réunies, une action sur le bouton poussoir départ cycle met en marche le transporteur d'évacuation T1 et l'extracteur (M1). Le transporteur de remontée T2 se met en route 30 secondes après T1. Le silo 2 se remplit alors de minerai.

Vidange du silo 2

Deux cas peuvent se présenter :

- ✓ Un camion est présent, la vanne correspondante s'ouvre dès que le minerai dans le silo 2 atteint le niveau minimum (capteur S6)
- ✓ Deux camions sont présents, les deux vannes s'ouvrent à condition que la quantité dans le silo 2 (capteur S5) soit suffisante pour charger les deux camions.

Notez bien

- Le temps de chargement d'un camion dure cinq minutes.
- Après un chargement le système s'arrête jusqu'à ce que l'opérateur donne un ordre de départ cycle.
- Lorsque le silo 2 est plein (S4) son système de remplissage s'arrête.

1-4 : NOMENCLATURE

1-4-1 - Actionneurs

ACTION	ACTIONNEUR	PRE-ACTIONNEUR
Extraire le minerai du silo1	M1 : moteur à courant continu à excitation indépendante Induit : $U = 110V - I = 20 A$ Excitation : $U_{ex} = 110V - i_{ex} = 0,5A$ $n = 1500tr/mn$	- KM1
Evacuer le minerai sur le transporteur T2	M2 : Moteur asynchrone triphasé à cage : Démarrage étoile-triangle longue dérivation	- KM2 : couplage étoile - KM3 : contacteur ligne - KM4 : couplage triangle
Approvisionner le silo2	M3 : moteur asynchrone triphasé à rotor bobiné : $P_n = 22KW - 230V/400V$ $\cos\phi = 0,85 - \eta = 0,89$ Démarrage RR 3 temps $U_r : 110V - I_r = 56A$	- KM5 : contacteur ligne - Km51 : contacteur pour le deuxième temps. - KM52 : contacteur de court-circuitage du rotor
Ouvrir et fermer la vanne droite du silo2	Vérin simple effet 1C	- 1D : distributeur monostable
Ouvrir et fermer la vanne gauche du silo2	Vérin simple effet 2C	- 2D : distributeur monostable

1-5 Inventaire des capteurs

Repère	Désignation	Fonction
S1	Bouton coup de poing à accrochage	Arrêt d'urgence
S2	Bouton poussoir	Départ cycle
S3	Détecteur de proximité	Présence minerai dans le silo 1
S4	Détecteur de proximité	Silo 2 plein
S5	Détecteur de proximité	Quantité suffisante dans le silo 2
S6	Détecteur de proximité	Silo 2 niveau minimum
S7	Capteur fin de course	Présence camion au poste 1
S8	Capteur fin de course	Présence camion au poste 2
S9	Capteur de vitesse	Ouverture et fermeture silo 1
1S0	Capteur à effleurement	Vanne poste 1 fermée
1S1	Capteur à effleurement	Vanne poste 1 ouverte
2S0	Capteur à effleurement	Vanne poste 2 fermée
2S1	Capteur à effleurement	Vanne poste 2 ouverte

1-6 Alimentation et sécurité

L'installation est alimentée par un réseau triphasé 400V- 50Hz – $I_p = 500A$

Les moteurs M1 et M2 sont protégés par des sectionneurs porte-fusibles et des relais thermiques
La protection des biens et des personnes est rigoureusement respectée.

La température ambiante est environ 30° C.

L'altitude est inférieure à 1000 mètres.

Notez bien :

- ☞ L'installation est gérée par un automate programmable industriel.
- ☞ Les démarreurs ne sont pas gérés par l'automate cependant ils sont lancés par ce dernier.
- ☞ La gestion de l'arrêt d'urgence est directement prise en compte par l'automate par la programmation d'un bit système.

2 TRAVAIL DEMANDE

2-1 Automatismes

2-1.1 Tracez le grafcet du point de vue partie opérative

2-1.2 Tracez le grafcet du point de vue partie commande

2-2 Installation

Le moteur M2 est un moteur à deux paires de pôles et entraîne une charge qui développe un couple résistant supposé constant (C_{rn}) égal à 10N.m

2-2-1 Calculez la puissance du moteur en fonctionnement nominal.

2-2-2 Choisissez le moteur à partir de document constructeur sachant que le moteur démarre en étoile- triangle.

2-2-3 Tracez le schéma développé de puissance de l'installation en respectant les normes en vigueur.

2-3 Technologie et étude d'équipement

2-3-1 Pour le moteur M3, choisissez les contacteurs KM5, KM51 et KM52

On donne :

$I_d = 2,5I_n$; Temps de démarrage = 10s ;

Le nombre de démarrages par heure ne dépasse pas 30.

Les pôles des contacteurs KM51 et KM52 sont couplés en étoile.

2-3-2 Etant donné le schéma de la figure 2, de quel régime s'agit-il ?

2-3-3 Un défaut survient entre la phase 1 du moteur M2 et sa carcasse métallique.

Tracez le schéma équivalent de la boucle de défaut et calculez le courant de défaut I_{d1} ainsi que la tension de contact U_{c1}

On donne : $R_n = R_{m1} = R_{m2} = 20\Omega$; $Z = 2000\Omega$

Nb : Les résistances des conducteurs sont négligeables

2-3-4 Un deuxième défaut survient entre la phase 2 du moteur M3 et sa carcasse métallique pendant que le premier défaut persiste

2-3-4-1 Calculez le courant de défaut I_{d2} et la tension de contact U_{c2}

2-3-4-2 Quelle protection convient-il pour cette installation ?

2-4 Electronique

Etant donné le schéma de l'alimentation du moteur M1 (Fig. 2).

On suppose que le courant dans le moteur est parfaitement lissé.

2-4-1 Dessinez le schéma de montage du pont.

2-4-2 Esquissez la forme du courant dans une diode et déterminez sa valeur efficace.

2-4-3 Calculez la puissance moyenne dissipée dans chaque diode

2-4-4 Choisissez la diode.

Contacteurs selon la catégorie d'emploi

Emploi en catégorie AC1

Courant d'emploi maximal																					
Taille des contacteurs	LC1-A65	LC1-A65	LC1-A65	LC1-A65	LC1-A65	LC1-D09	LC1-D12	LC1-D17	LC1-D25	LC1-D32	LC1-D40	LC1-D50	LC1-D63	LC1-D80	LC1-FF4	LC1-FG4	LC1-FH4	LC1-FJ4	LC1-FK4	LC1-FL4	LC1-FX4
Avec section de câble (mm ²)	4	4	6	10	10	16	25	25	50	95	150	240	30x5	40x5	60x5	100x5	2 barres de				
Courant d'emploi AC1 en A, à ≤ 40°C	25	25	32	40	50	60	80	80	125	200	270	350	500	700	1000	1600					
température ≤ 55°C	20	20	26	32	44	55	70	70	100	180	240	300	430	580	850	1350					
ambiante ≤ 70°C	17	17	22	28	35	42	56	56	80	160	180	250	340	500	700	1100					

Augmentation du courant d'emploi par mise en parallèle des pôles

Appliquer aux courants ci-dessus les coefficients suivants qui tiennent compte d'un partage souvent inégal du courant entre les pôles : 2 pôles en parallèle : k = 1,6 3 pôles en parallèle : k = 2,25 4 pôles en parallèle : k = 2,8

Emploi en catégorie AC3

Courant et puissance d'emploi (température ambiante ≤ 55°C)																						
Taille des contacteurs	LC1-A65	LC1-A65	LC1-A65	LC1-A65	LC1-A65	LC1-D09	LC1-D12	LC1-D17	LC1-D25	LC1-D32	LC1-D40	LC1-D50	LC1-D63	LC1-D80	LC1-FF4	LC1-FG4	LC1-FH4	LC1-FJ4	LC1-FK4	LC1-FL4	LC1-FX4	
U ≤ 440 V																						
Courant d'emploi AC3 Jusqu'à en A	9	12	16	25	32	40	50	63	80	115	185	265	400	500	630	780						
Puissance nominale d'emploi P en kW (Puissances normalisées des moteurs)	220 V	2,2	3	4	5,5	7,5	11	15	18,5	22	30	37	55	90	132	200	250	335	400			
380 V	4	5,5	7,5	11	15	18,5	22	30	37	55	90	132	200	250	335	400						
415 V	4	5,5	9	11	15	22	25	37	45	59	100	140	220	280	375	425						
440 V	4	5,5	9	11	15	22	30	37	45	59	100	140	250	295	400	425						
500 V	5,5	7,5	10	15	18,5	22	30	37	55	75	110	160	257	355	400	450						
660 V	5,5	7,5	7,5	15	18,5	30	33	37	45	90	132	200	335	400	450	475						
1000 V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	65	100	147	185	355	450	450				
Fréquences maximales de manœuvres (en fonction de la puissance d'emploi et du facteur de marche) (θ ≤ 55°C)																						
Facteur de marche	Puissance d'emploi	LC1-A65	LC1-A65	LC1-A65	LC1-A65	LC1-D09	LC1-D12	LC1-D17	LC1-D25	LC1-D32	LC1-D40	LC1-D50	LC1-D63	LC1-D80	LC1-FF4	LC1-FG4	LC1-FH4	LC1-FJ4	LC1-FK4	LC1-FL4	LC1-FX4	
≤ 85 %	P	1200	1200	1200	1200	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	750	750	750	750	500	500	500	500	
≤ 85 %	0,5P	3000	3000	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2000	2000	2000	2000	2000	1200	1200	1200	1200
≤ 25 %	P	1800	1800	1800	1800	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	600

Emploi en catégories AC4-AC2 U ≤ 440 V

Courant coupé maximal en fonction du service (limite thermique, température ambiante ≤ 55°C)																					
Man./heure * et Facteur de marche	LC1-A65	LC1-A65	LC1-A65	LC1-A65	LC1-A65	LC1-D09	LC1-D12	LC1-D17	LC1-D25	LC1-D32	LC1-D40	LC1-D50	LC1-D63	LC1-D80	LC1-FF4	LC1-FG4	LC1-FH4	LC1-FJ4	LC1-FK4	LC1-FL4	LC1-FX4
de 150 et 15 % à 300 et 10 %	A	30	40	45	75	80	110	140	160	200	280	380	560	780	1100	1400	1600				
de 150 et 20 % à 600 et 10 %	A	27	36	40	67	70	98	120	148	170	250	350	500	700	950	1250	1400				
de 150 et 30 % à 1200 et 10 %	A	24	30	35	56	60	80	100	132	145	215	300	400	600	750	950	1100				
de 150 et 55 % à 2400 et 10 %	A	19	24	30	45	50	62	80	110	120	170	240	320	450	600	720	820				
de 150 et 85 % à 3600 et 10 %	A	16	21	25	40	45	53	70	90	100	125	170	230	350	500	660	710				

* Ne pas dépasser la cadence maximale de cycles de manœuvres mécaniques

Choix des contacteurs rotoriques

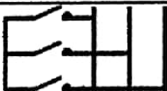
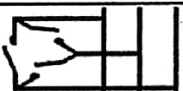

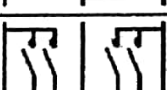
CHOIX POUR CIRCUITS ROTORIQUES DES MOTEURS A BAGUES (élimination des résistances de démarrage)

L'application la plus courante est celle des démarreurs sans marche par-à-coup et sans ajustage de vitesse au rotor : pompes, ventilateurs, transporteurs, compresseurs ... Les contacteurs rotoriques sont asservis au contacteur statorique et ne s'ouvrent donc qu'après celui-ci, lorsque la tension rotorique a disparu ou presque. Ils établissent le courant correspondant à la pointe de démarrage usuelle (1,5 à 2,5 fois le courant nominal rotorique) et ouvrent le circuit à vide. Cet emploi se caractérise par une fermeture et une coupure aisées.

Les choix ci-dessous tiennent compte :

- d'un rapport de 2 entre la tension d'emploi rotorique maximale (U_{er}) et la tension d'emploi statorique (U_{es}). Ce rapport est proposé par la norme IEC 60947-4,
- d'une garantie de fonctionnement occasionnel (pouvoirs de fermeture et de coupure) prescrite par ces mêmes normes.

Coefficient de courant et tensions rotoriques d'emploi suivant le couplage du contacteur

Type de couplage	Schémas	Coefficient (1) $\frac{I_{rotorique}}{I_{emploi}}$	Ue rotorique triphasée maximale en volt		Ue rotorique triphasée avec contre-courant en volt	
			LC1-D	LC1-F	LC1-D	LC1-F
Etoile		1	1320	2000	660	1000
Triangle		1.4	1100	1700	550	850
En V		1	1100	1700	550	850
En W		1.6	1100	1700	550	850

(1) Coefficient à appliquer aux valeurs du tableau des courants d'emploi ci-dessous.

Tableau des courants d'emploi (température ambiante inférieure ou égale à 40°C)

Type de contacteur	Temps de passage	LC1													
		D12	D17	D25	D32	D40	D63	D80	FF4	FG4	FH4	FJ4	FK4	FL4	FX4
Contacteur intermédiaire		Courant d'emploi en ampères													
Nombre de démarrages inférieur ou égal à 30 man./heure	10 s	50	60	100	125	160	250	300	450	550	800	1100	1500	2000	2500
	30 s	35	45	80	100	130	135	200	280	400	550	730	1000	1500	2000
	60 s	30	40	60	75	95	100	150	220	300	400	550	750	1200	1500
Nombre de démarrages inférieur ou égal à 60 man./heure	5 s	50	60	100	125	160	250	300	450	550	800	1100	1500	2000	2500
	10 s	45	55	100	125	160	170	250	330	450	620	860	1250	1800	2300
	30 s	30	40	60	75	95	100	150	220	300	400	550	750	1200	1500
inférieur ou égal à 150 man./heure	5 s	45	55	100	125	150	155	230	300	420	580	820	1150	1650	2200
	10 s	30	40	70	85	100	110	160	250	350	430	600	850	1300	1600
Contacteur de court-circuit du rotor et contacteur intermédiaire															
Avec nombre de démarrages supérieur à 150 man./heure		25	32	40	50	60	80	125	200	270	350	500	700	1000	1600
Durée de vie électrique		Dans le cas de démarrage automatique, la durée de vie électrique est de l'ordre de 10 millions de manœuvres.													

Moteurs asynchrones triphasés haut rendement LSES



Sélection

IP 55 - 50 Hz - Classe F - ΔT 80 K - 230 V Δ / 400 V Y et 400 V Δ - S1 - Classe IE2



IE2

Type	Puissance nominale	Vitesse nominale	Moment nominal	Intensité nominale	Facteur de puissance			Rendement CEI 60034-2-1 2007			Courant démarrage/ Courant nominal	Moment démarrage/ Moment nominal	Moment maximum/ Moment nominal	Moment d'inertie	Masse	Bruit
	P_n	N_n	M_n	$I_{n,1000}$	Cos φ			η			I_d / I_n	M_d / M_n	M_p / M_n	J	IM B3	LP
	kW	min ⁻¹	N.m	A	4/4	3/4	2/4	4/4	3/4	2/4				kg.m ²	kg	db(A)
LS 56 M*	0.06	1380	0.4	0.29	0.76	0.69	0.62	41.8	37.1	29.7	2.8	2.4	2.5	0.00025	4	47
LS 56 M*	0.09	1400	0.6	0.39	0.60	0.52	0.42	55.2	49.6	42.8	3.2	2.8	2.8	0.00025	4	47
LS 63 M*	0.12	1380	0.8	0.44	0.70	0.58	0.47	56.1	53.9	46.8	3.2	2.4	2.3	0.00035	4.8	49
LS 63 M*	0.18	1390	1.2	0.64	0.65	0.55	0.44	61.6	58.0	51.3	3.7	2.6	2.6	0.00048	5	49
LS 71 M*	0.25	1425	1.7	0.80	0.65	0.55	0.44	69.4	68.8	59.8	4.6	2.7	2.9	0.00088	6.4	49
LS 71 M*	0.37	1420	2.5	1.06	0.70	0.59	0.47	72.1	71.7	66.4	4.9	2.4	2.8	0.00085	7.3	49
LS 71 L*	0.55	1400	3.8	1.62	0.70	0.62	0.49	70.4	70.0	65.1	4.8	2.3	2.5	0.0011	8.3	49
LS 80 L*	0.55	1410	3.7	1.42	0.76	0.68	0.55	73.2	69.1	62.1	4.5	2.0	2.3	0.0013	8.2	47
LSES 80 LG	0.75	1445	5.0	1.7	0.77	0.69	0.55	80.1	80.8	79.0	5.6	1.8	2.6	0.00261	11.7	47
LSES 90 S	1.1	1435	7.5	2.4	0.82	0.76	0.62	81.5	83.3	83.0	5.4	1.9	2.5	0.00298	12.2	48
LSES 90 L	1.5	1445	9.9	3.2	0.80	0.71	0.55	83.0	83.9	82.4	5.5	1.9	2.4	0.00374	14.6	48
LSES 100 L	2.2	1440	14.8	4.6	0.82	0.74	0.63	84.7	85.9	86.1	6.3	2.3	2.2	0.00531	21.3	48
LSES 100 LR	3	1439	19.0	6.5	0.78	0.72	0.58	85.5	86.7	86.4	7.1	3.0	4.1	0.00685	25.7	48
LSES 112 MU	4	1455	26.3	8.4	0.79	0.71	0.57	87.0	87.9	87.5	7.2	2.5	3.2	0.0129	35	49
LSES 132 SU	5.5	1455	35.9	11.9	0.78	0.67	0.53	87.7	88.4	87.5	7.2	2.6	3.7	0.0157	42	49
LSES 132 M	7.5	1458	48.6	14.6	0.83	0.76	0.63	88.9	89.8	89.3	8.0	2.9	3.9	0.0252	57	62
LSES 160 MR	11	1459	72.2	21.2	0.83	0.78	0.66	90.1	90.9	90.5	8.2	3.3	4.0	0.035	77	62
LSES 160 L	15	1457	97.9	28.2	0.84	0.80	0.69	90.8	91.8	92.1	7.4	2.2	3.1	0.07	91	62
LSES 180 MT	18.5	1458	121	35.1	0.83	0.78	0.66	91.4	92.1	92.1	7.6	2.9	3.6	0.08	103	64
LSES 180 LR	22	1458	144	41.0	0.84	0.79	0.67	91.8	92.5	92.5	7.8	2.8	3.3	0.09	115	64
LSES 200 LR	30	1463	196	56.5	0.83	0.78	0.67	92.4	92.9	92.5	7.0	2.8	2.8	0.16	164	69
LSES 225 ST	37	1499	240	69.7	0.82	0.78	0.68	92.9	93.7	93.8	6.3	2.7	2.7	0.23	205	64
LSES 225 MR	45	1471	292	84.1	0.83	0.79	0.68	93.3	93.9	93.8	6.9	2.3	2.4	0.29	235	64
LSES 250 ME	55	1482	355	102	0.84	0.79	0.69	94.1	94.4	93.9	7.4	2.6	2.7	0.65	328	69
LSES 280 SC	75	1482	483	139	0.83	0.78	0.67	94.5	94.6	94.0	8.8	2.4	2.9	0.88	392	70
LSES 280 MD	90	1481	582	166	0.83	0.78	0.68	94.6	94.8	94.3	7.9	3.4	3.7	1.03	455	69
LSES 315 SP	110	1488	706	204	0.82	0.78	0.67	94.5	94.1	92.8	7.9	3.1	3.4	2.32	670	76
LSES 315 MP	132	1486	855	238	0.85	0.81	0.72	95.4	95.2	94.3	7.9	3.1	3.4	2.79	758	70
LSES 315 MR	160	1484	1027	288	0.84	0.80	0.72	95.2	95.2	94.5	7.5	2.8	2.9	3.25	850	77
LSES 316 MR'	200	1484	1295	361	0.84	0.79	0.68	95.7	95.8	95.2	7.6	2.8	3.0	3.25	850	77

* Moteurs non concernés par IE2 1. Echauffement classe F

Puissances Hors normes

Type	Puissance nominale	Vitesse nominale	Moment nominal	Intensité nominale	Facteur de puissance			Rendement CEI 60034-2-1 2007			Courant démarrage/ Courant nominal	Moment démarrage/ Moment nominal	Moment maximum/ Moment nominal	Moment d'inertie	Masse	Bruit
	P_n	N_n	M_n	$I_{n,1000}$	Cos φ			η			I_d / I_n	M_d / M_n	M_p / M_n	J	IM B3	LP
	kW	min ⁻¹	N.m	A	4/4	3/4	2/4	4/4	3/4	2/4				kg.m ²	kg	db(A)
LSES 80 LG	0.9	1437	6.0	2.1	0.83	0.74	0.60	80.0	81.7	80.0	5.5	1.9	2.5	0.00374	12.5	47
LSES 80 LG	1.1	1435	7.5	2.4	0.82	0.75	0.62	81.5	83.3	83.0	6.2	2.4	2.8	0.00374	12.7	47
LSES 90 LU	1.8	1442	12.4	3.8	0.81	0.72	0.57	83.9	84.4	82.8	6.6	2.6	2.3	0.0043	19	48
LSES 132 MU	9	1462	58.9	17.4	0.83	0.77	0.66	89.8	90.5	89.9	8.0	3.3	3.7	0.0293	68	62
LSES 160 LU	18.5	1458	121	35.1	0.83	0.78	0.66	91.4	92.1	92.1	7.6	2.9	3.6	0.08	98	62
LSES 180 LUR	30	1463	196	56.5	0.83	0.78	0.67	92.4	92.9	92.5	7.0	2.8	2.8	0.16	160	69
LSES 225 MG	70	1482	451	127	0.84	0.79	0.68	94.4	94.4	93.6	8.8	2.0	2.9	0.85	380	69
LSES 280 SU	145	1487	937	261	0.84	0.79	0.69	95.4	95.1	93.9	9.0	3.3	3.4	3.11	800	70

Choix des diodes

Courants :		Tensions						
I_F : courant direct continu		V_F : tension directe continue						
I_D : courant direct moyen		V_{FM} : tension directe de crête						
I_R : courant inverse continu		V_{RRM} : tension inverse de crête répétitive						
I_{FRM} : courant direct de pointe répétitif		V_{RWM} : tension maximale d'utilisation en régime inverse.						
I_{FSM} : courant direct de pointe non répétitif de surcharge accidentelle		V_{RSM} : tension inverse de pointe non répétitive						
I_{FM} : courant direct de crête		V_R : tension inverse continue						
Autres caractéristiques :								
t_{case} : température du boîtier maxi		R^2t : contrainte thermique						
t_{vj} : température maximale de la jonction		t_{tr} : temps de recouvrement inverse.						
TYPES	I_F (A)	I_D (A)	V_{RWM} - V_{RRM} - V_R (V)	I_{FRM} (A)	I_{FSM} 10 ms (A)	V_{FM} - V_{FM} (V)	I_R (mA)	Boîtier Case
1 A / $t_{amb} = 150^\circ C$ $t_{vj} = 175^\circ C$ $R^2t = 100 A^2s$ $I_{FM} = 1 A$ $t_{vj} = 150^\circ C$								
1N 4001 1N 4002 1N 4004 1N 4007	1	1	50 100 400 1 000	5	10	1,1	0,05	DO 4
3 A / $t_{amb} = 150^\circ C$ $t_{vj} = 175^\circ C$ $R^2t = 200 A^2s$ $I_{FM} = 10A$ $t_{vj} = 150^\circ C$								
1N 1581, (R) 1N 1582, (R) 1N 1583, (R) 1N 1584, (R) 1N 1585, (R) 1N 1586, (R) 1N 1587, (R)	3,2	3	50 100 200 300 400 500 600	15	200	1,2	0,5	DO 4
6 A / $t_{case} = 150^\circ C$ $t_{vj} = 175^\circ C$ $R^2t = 200 A^2s$ $I_{FM} = 20A$ $t_{vj} = 150^\circ C$								
1N 1341 B, (R) 1N 1342 B, (R) 1N 1344 B, (R) 1N 1345 B, (R) 1N 1346 B, (R) 1N 1347 B, (R) 1N 1348 B, (R) 1N 3988, (R) 1N 3990, (R)	7	6	50 100 200 300 400 500 600 800 1 000	30	200	1,2	0,5	DO 4
12 A / $t_{case} = 125^\circ C$ $t_{vj} = 150^\circ C$ $R^2t = 260 A^2s$ $I_{FM} = 35A$ $t_{vj} = 125^\circ C$								
G, P 510, (R) G, P 1010, (R)/FR 55A G, P 2010, (R)/FR 56A G, P 3010, (R) G, P 4010, (R)/FR 57A G, P 5010, (R) G, P 6010, (R)/FR 58A G, P 8010, (R)/FR 59 G, P 1110, (R)/FR 61 G, P 1210, (R)	14	12	50 100 200 300 400 500 600 800 1 000 1 200	45	230	1,2	3	DO 4 (G) S95 a (P)
20 A / $t_{case} = 150^\circ C$ $t_{vj} = 175^\circ C$ $R^2t = 1 000 A^2s$ $I_{FM} = 70A$ $t_{vj} = 150^\circ C$								
1N 248 B, (R) 1N 249 B, (R) 1N 250 B, (R) 1N 1195 A, (R) 1N 1196 A, (R) 1N 1197 A, (R) 1N 1198 A, (R) RN 820, (R) RN 1120, (R) RN 1220, (R) RN 1520, (R)	24	20	50 100 200 300 400 500 600 800 1 000 1 200 1 500	90	450	1,5	5	DO 5
40 A / $t_{case} = 140^\circ C$ $t_{vj} = 175^\circ C$ $R^2t = 2 500 A^2s$ $I_{FM} = 110A$ $t_{vj} = 150^\circ C$								
1N 1183, (R) - 1N 1183 T, (R) 1N 1184, (R) - 1N 1184 T, (R) 1N 1186, (R) - 1N 1186 T, (R) 1N 1187, (R) - 1N 1187 T, (R) 1N 1188, (R) - 1N 1188 T, (R) 1N 1189, (R) - 1N 1189 T, (R) 1N 1190, (R) - 1N 1190 T, (R) 1N 3766, (R) - 1N 3766 T, (R) 1N 3768, (R) - 1N 3768 T, (R)	48	40	50 100 200 300 400 500 600 800 1 000	200	700	1,5	5	DO 5 T, DO 5 tresse
60 A / $t_{case} = 100^\circ C$ $t_{vj} = 150^\circ C$ $R^2t = 5 000 A^2s$ $I_{FM} = 180A$ $t_{vj} = 150^\circ C$								
RG 602, (R) - RG 602 T, (R) RG 604, (R) - RG 604 T, (R) RG 606, (R) - RG 606 T, (R) RG 608, (R) - RG 608 T, (R) RG 610, (R) - RG 610 T, (R) RG 612, (R) - RG 612 T, (R)	70	60	200 400 600 800 1 000 1 200	200	1 000	1,6	200	RG T, RG tresse

Suffixe R : anode au boîtier.