

BTS ASSISTANCE TECHNIQUE D'INGÉNIEUR

ÉPREUVE E.4 : ÉTUDE D'UN SYSTÈME PLURITECHNOLOGIQUE

Sous épreuve : Vérification des performances mécaniques et électriques d'un système pluritechnologique

Unité U42

DOSSIER TECHNIQUE

AFFINAGE DE FROMAGES

Ce dossier comprend les documents DT 1 à DT 12

DT 1 : Documentation motoréducteur 1/3

DT 2 : Documentation motoréducteur 2/3

DT 3 : Documentation motoréducteur 3/3

DT 4 : Configuration du variateur / logiciel de programmation

DT 5 : Variateur (caractéristique) et choix du type de motorisation

DT 6 : Détermination de la puissance moteur

DT 7 : Moteur nouvelle référence

DT 8 : Disjoncteur

DT 9 : Courbes de déclenchement du disjoncteur

DT 10 : Chute de tension

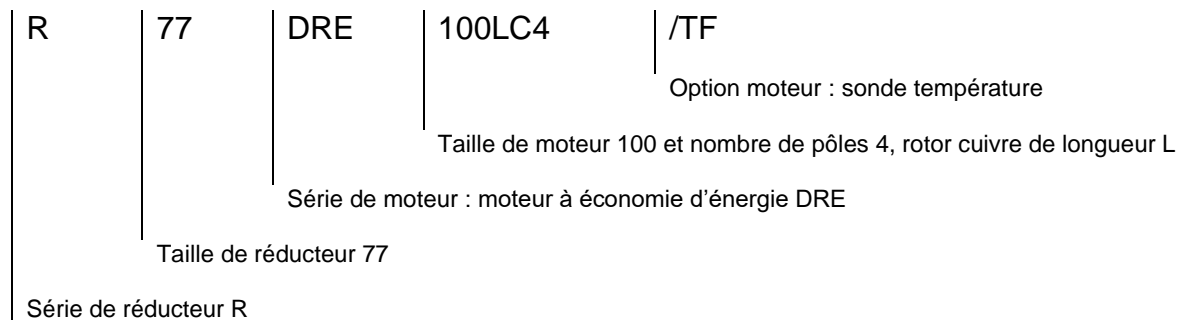
DT 11 : Formulaire moment d'inertie

DT 12 : Schémas de fonctionnement du robot

Documentation motoréducteur (1/3)

Exemple de codification d'un motoréducteur DR

La codification d'un motoréducteur commence toujours par le côté de la sortie. Un motoréducteur jumelé à un couple conique avec sonde de température dans le bobinage moteur portera par exemple la référence



Séries de réducteur à arbres parallèles

Désignation	
F..	Exécution à pattes
FA..B	Exécution à pattes avec arbre creux
FH..B	Exécution à pattes avec arbre creux et frette de serrage
FV..B	Exécution à pattes avec arbre creux cannelé DIN5480
FF..	Exécution à flasque
FAF	Exécution à flasque bride B5 avec arbre creux
FA	Arbre creux

Séries des moteurs triphasés

Désignation	
DRS	Moteur standard Efficiency (IE1),50Hz
DRE	Moteur à économie d'énergie Efficiency (IE2),50Hz
DRP	Moteur à économie d'énergie Premium Efficiency (IE3),50Hz
..71 à 315	Tailles : 71 / 80 / 90 / 100 / 112 / 132 / 160 / 180 / 200 / 225 / 315 (mm)
.. K à L	Longueurs : K = très court / S = court / M = moyen / L = long MC/LC = longueurs des rotors cuivre
Nombre de pôles	2 – 4 – 6 – 8

Documentation motoréducteur (2/3)

Moteur DRE S1 IE2

Type de moteur DRE	P_N [kW]	M_N [Nm]	n_N [tr/min]	I_N 400 V [A]	I_N 380-420 V [A]	$\cos \varphi$	Classe IE	$\eta_{75\%}$ $\eta_{100\%}$ [%] ¹⁾	I_A/I_N	M_A/M_N M_H/M_N	m [kg] ²⁾	J_{Mot} [10 ⁻⁴ kgm ²]
DRE80M4	0.75	5.0	1435	1.68	1.75	0.79	IE2	81.3 81	6.2	2.8 2.1	14.3	21.5
DRE90M4	1.1	7.4	1420	2.45	2.55	0.79	IE2	83.5 82.4	5.9	2.8 2.3	18.4	35.5
DRE90L4	1.5	10	1430	3.35	3.45	0.77	IE2	84.7 84	6.6	3.2 2.8	21.5	43.5
DRE100M4	2.2	14.7	1425	4.6	4.7	0.80	IE2	86.7 85.4	6.4	3.3 2.7	26	56
DRE100LC4	3	19.7	1455	6.2	6.3	0.81	IE2	87.1 86.3	7.5	2.7 2.4	31	90
DRE112M4	3	19.7	1455	6	6.2	0.83	IE2	87.4 86.5	7.3	2.4 2	41.5	146
DRE132S4	4.0	26.0	1460	8	8.2	0.82	IE2	88.2 87.4	8	2.7 2.4	46.5	190
DRE132M4	5.5	36	1455	10.5	11	0.85	IE2	89.6 88.3	7.7	2.6 1.9	60	255
DRE132MC4	7.5	48.5	1470	14.8	15.2	0.82	IE2	89.5 89.0	8.2	2.2 1.8	63	340
DRE160S4	7.5	49	1465	14.7	15.3	0.82	IE2	90.3 89.3	6.5	2.4 1.8	80	370
DRE160M4	9.2	60	1470	18.3	18.7	0.80	IE2	90.7 90	7.7	2.9 2.2	89	450
DRE160MC4	11	71	1475	21.5	22	0.81	IE2	90.6 90	7.7	2.6 1.9	84	590
DRE180S4	11	71	1470	21	21.5	0.83	IE2	90.4 90.2	7.2	2.6 2.2	122	900

P_N Puissance nominale

M_N Couple nominal

n_N vitesse nominale

I_N courant nominal absorbé par le moteur alimenté en triphasé 400V

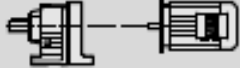

I_A/I_N courant de démarrage / courant nominal

M_A / M_N couple de démarrage / couple nominal

M_H / M_N couple d'accélération / couple nominal

BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : ATVPM	Session 2019	SUJET
EPREUVE U42	DOSSIER TECHNIQUE	Durée : 3h	Coefficient : 3
			DT 2/12

Documentation motoréducteur (3/3)

P_m [kW]	n_a [1/min]	M_a [Nm]	i	$F_{Ra}^{(1)}$ [N]	SEW f_B					m [kg]		
1.1	11	960	130.42	18400	1.55							
	12	840	114.45	18800	1.75	FA	77	DRE	90M4	69	375	
	13	800	108.46*	19000	1.85	FAF	77	DRE	90M4	75	374	
	15	700	94.93	19300	2.1	F	77	DRE	90M4	72	373	
	17	630	85.52	19400	2.4	FF	77	DRE	90M4	83	374	
	19	555	75.02	19600	2.7							
							FA	67	DRE	90M4	46	370
							FAF	67	DRE	90M4	52	369
	12	890	120.79	9600	0.90	F	67	DRE	90M4	48	368	
							FF	67	DRE	90M4	55	369
	13	800	109.04	10400	1.00							
	15	705	95.94	11200	1.15							
	16	670	90.59	11500	1.20							
	18	590	79.76	12000	1.40							
	21	500	67.65	12400	1.65	FA	67	DRE	90M4	46	370	
	23	450	61.07	12600	1.80	FAF	67	DRE	90M4	52	369	
	26	395	53.73	12800	2.1	F	67	DRE	90M4	48	368	
28	375	50.74	12900	2.2	FF	67	DRE	90M4	55	369		
33	315	43.20	13000	2.6								
36	290	39.26	13000	2.7								
42	250	34.01	13000	2.9								
17	615	83.46	9070	0.95								
19	535	72.98	9640	1.10								
21	500	68.22	9890	1.20								
24	435	58.97	10300	1.40	FA	57	DRE	90M4	42	365		
28	370	50.10	10700	1.60	FAF	57	DRE	90M4	47	364		
32	330	44.73	10700	1.80	F	57	DRE	90M4	42	363		
37	280	38.21	10300	2.1	FF	57	DRE	90M4	48	364		
40	260	35.79	10200	2.3								
47	220	30.15	9780	2.6								
						FA	47	DRE	90M4	34	360	
						FAF	47	DRE	90M4	37	359	
25	415	56.49	4570	0.95	F	47	DRE	90M4	35	358		
30	355	48.00*	6500	1.15	FF	47	DRE	90M4	38	359		
33	315	42.86	6900	1.25	FA	47	DRE	90M4	34	360		
39	270	36.61	7300	1.50	FAF	47	DRE	90M4	37	359		
41	250	34.29	7240	1.60	F	47	DRE	90M4	35	358		
49	210	28.88	7020	1.85	FF	47	DRE	90M4	38	359		
46	225	30.86	7110	1.75	FA	47	DRE	90M4	33	360		
48	215	29.32	7040	1.85	FAF	47	DRE	90M4	36	359		
55	190	25.72	6860	2.1	F	47	DRE	90M4	34	358		
65	161	21.82	6620	2.5	FF	47	DRE	90M4	37	359		
72	146	19.70	6470	2.8								
45	230	31.69	3720	0.85	FA	37	DRE	90M4	29	355		
51	205	28.09	3970	0.95	FAF	37	DRE	90M4	31	354		
59	177	23.88	3930	1.15	F	37	DRE	90M4	30	353		
						FF	37	DRE	90M4	31	354	
69	152	20.57	3870	1.30								
74	143	19.27	3840	1.40								
83	126	17.03	3770	1.60	FA	37	DRE	90M4	29	355		
99	106	14.33	3670	1.90	FAF	37	DRE	90M4	30	354		
110	95	12.87	3600	2.1	F	37	DRE	90M4	29	353		
128	82	11.08	3490	2.3	FF	37	DRE	90M4	31	354		
136	77	10.42	3450	2.4								
158	66	8.97	3340	2.6								

P_m = puissance mécanique nominale (kW)

n_a = vitesse sortie motoréducteur nominale (tr·min⁻¹)

M_a = couple sortie motoréducteur nominale (N·m)

i = coefficient de transmission = vitesse moteur / vitesse réducteur

k = rapport de réduction = $1 / i$

BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : ATVPM	Session 2019	SUJET
EPREUVE U42	DOSSIER TECHNIQUE	Durée : 3h	Coefficient : 3
			DT 3/12

Configuration du variateur - logiciel de programmation

Paramètres de l'application

Retour | Présentation

C 400/415 V, LU = 285 V **1**

Actionneur - vitesse

Fonctions de base

Mode de fonctionnement frein
C Autom. avec module de freinage

Commande du frein →

Temps d'arrêt rapide C [] s Tps décélération arr. C [] s

Quickstop → Arrêt normal →

Mode manuel → Limiter →

MCKDoverview →

Type C []

Position de mont. C Moteur : horaire

Vitesse de référé. C 1420 min-1 **2**

Couple de référé. C 0,000 Nm

Numérateur rap. de réduct. C 1108 **4**

Dénominateur rap. de réduct. C 100 **5**

C3001S0_n

Activer consigne fixe 1 v. Entrée numérique 4

Temps d'accél. de base C 1 s **7**

Mode de déplacement C []

Gain pour consigne de vit. C [] %

Consigne fixe 1 C 100 **6**

Temps de décél. de base C 1 s **8**

Temps de jerk de base C [] s

Générateur de rampe →

Requête de suivi de vite. Entrée numérique 2

Suivi de vitesse →

Interface du moteur →

Vitesse de référence machine C []

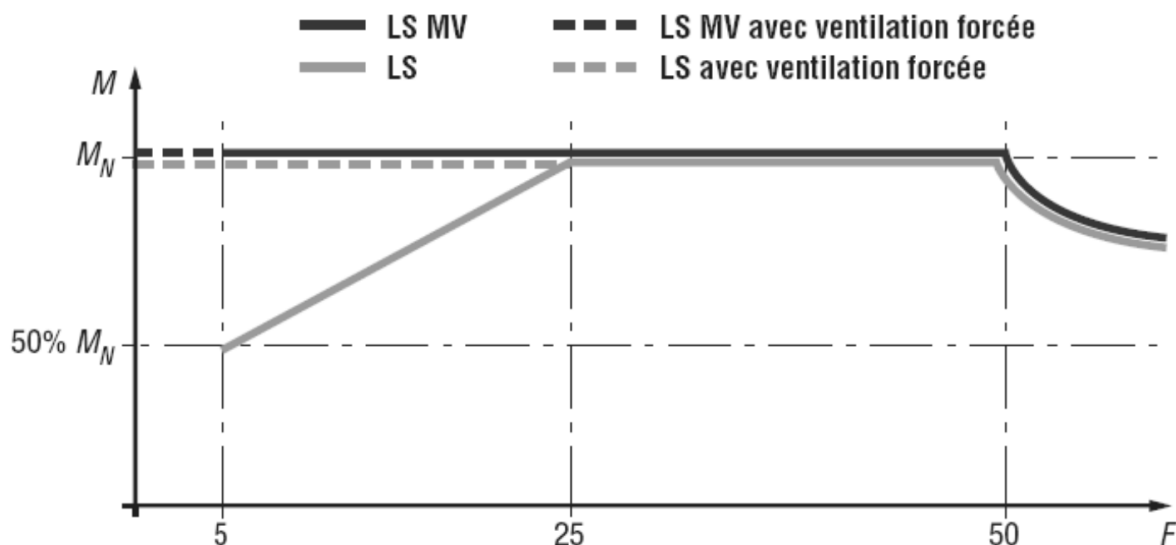
Constante de pas. C 272 **9** mm **3**

Repère	paramètre	description	unité
1	C00173	tension composée du réseau	V
2	C00011	vitesse nominale du moteur = vitesse de référence du moteur	Tr·min ⁻¹
3	C02525	unité réelle de la machine à utiliser pour le réglage de grandeurs physiques (exemples : vitesses, accélérations et décélérations)	
4	C02522	numérateur du coefficient de transmission (exprimé sous forme d'une fraction : numérateur / dénominateur)	-
5	C02523	dénominateur du coefficient de transmission (exprimé sous forme d'une fraction : numérateur / dénominateur)	-
6	C03500/1	consigne fixe, elle est activée par application du niveau HAUT sur l'entrée numérique DI4, elle est exprimée en % de la vitesse de référence.	%
7	C03502	temps d'accélération pour la montée en vitesse de l'entraînement	s
8	C03503	temps de décélération pour le freinage de l'entraînement	s
9	C02524	distance parcourue côté machine pendant un tour de l'arbre de sortie réducteur.	
$\text{Vitesse de référence machine} = C00011 / (C02522 / C02523) * C02524 / 60$			

BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : ATVPM	Session 2019	SUJET
EPREUVE U42	DOSSIER TECHNIQUE	Durée : 3h	Coefficient : 3
			DT 4/12

Variateur (caractéristique)

Caractéristique couple-vitesse d'un moteur asynchrone commandé par un variateur à U/f constant



Choix du type de motorisation

Moteurs	Asynchrone			Courant continu		Brushless		
	Variateur*	B.O. V/F	B.O. vectoriel	B.F.	B.O.	B.F.	B.O.	B.F.
Régulation de vitesse		1-5%	0.1-0.5%	0.01-0.05%	2-3%	0.01-1%	$\geq 1\%$	0.01-1%
Réponse en vitesse		1-2Hz	1-10Hz	20-100Hz	10-20Hz	0.5-2Hz	Up to 20Hz	300Hz
Régulation de couple		10-20%	2-10%	0.5-1%	2-5%	2-5%	-	10-30%
Réponse en couple		5-10Hz	75-200Hz	200-1000Hz	10-20Hz	20-100Hz	-	
Contrôle de position		Non	Non	Oui	Non	Non	Non	Oui
Robuste		Oui			Peu		Oui	
Encombrement		Moyen			Encombrant		Compact	
Maintenance		Pas de maintenance			Maintenance périodique		Pas de maintenance	
Rendement		Moyen			Moyen		Très bon	Très bon
Coût moteur		Bas			Moyen		Moyen	Elevé
Coût variateur		Bas			Bas		Bas	Elevé
Inertie		Elevée			Elevée		Très faible	
Ventilation forcée		Nécessaire à basse vitesse			Oui		Non	

(*) B.O. et B.F. pour respectivement boucle ouverte et boucle fermée

A noter que les performances peuvent varier fortement entre différents constructeurs de variateurs

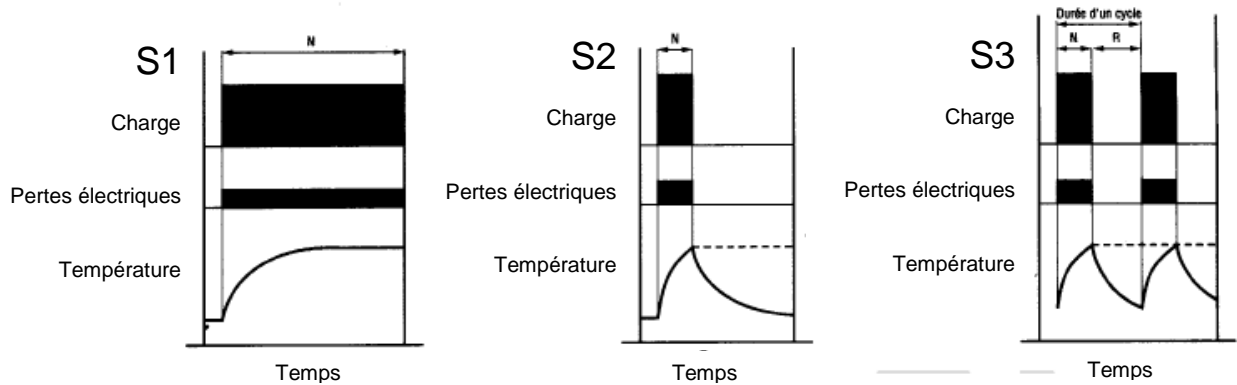
- La régulation de vitesse dépend fortement du type de capteur de mesure utilisé.
- La régulation en boucle ouverte est dépendante du moteur utilisé.
- Les temps de réponse sont rarement indiqués et peuvent induire en erreur.

BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : ATVPM	Session 2019	SUJET
EPREUVE U42	DOSSIER TECHNIQUE	Durée : 3h	Coefficient : 3
			DT 5/12

Détermination de la puissance moteur

Coefficient de puissance

Pour déterminer la puissance efficace, il est nécessaire de déterminer le type de service du moteur en fonction de la fréquence de ces accélérations, de la présence de décélérations ou de cycle de fonctionnement. Les différents types de services sont :



Une fois le type de service déterminé, on peut calculer la puissance.

a) **Service continu - Service type S1** : Fonctionnement à charge constante nominale d'une durée suffisante pour que l'équilibre thermique soit atteint. Facteur de correction pour ce service S1 = 1

b) **Service temporaire - Service type S2** : Fonctionnement à charge constante nominale pendant un temps déterminé N, moindre que celui requis pour atteindre l'équilibre thermique, suivi d'un repos d'une durée suffisante pour rétablir à 2° C près l'égalité de température entre la machine et le fluide de refroidissement. Facteur de correction pour ce service S2.

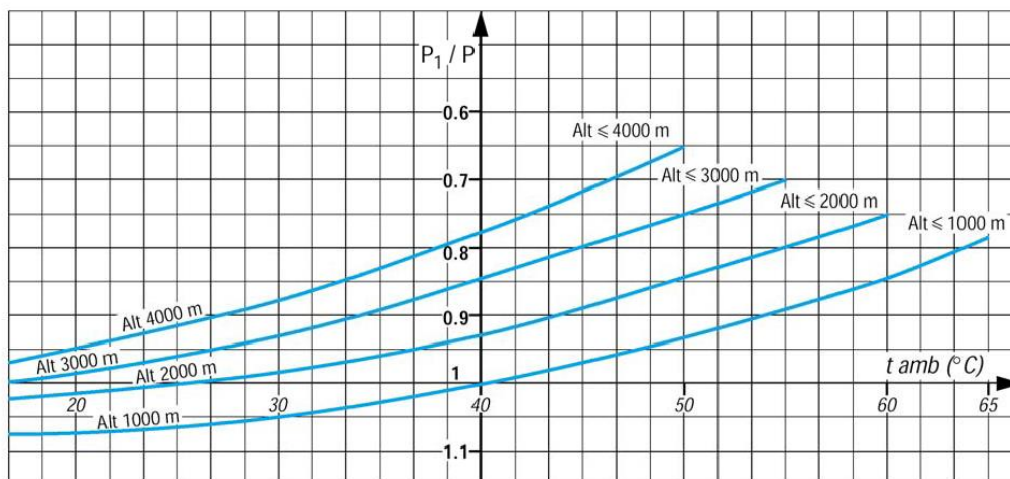
Temps de marche par période de 90 min	10 min	30 min	60 min	90 min
Facteur de correction	1,6	1,3	1,1	1

c) **Service Intermittent périodique - Service type S3** : Suite de cycles de service identiques comprenant chacun une période de fonctionnement à charge constante nominale N et une période de repos R. Dans ce service, le cycle est tel que le courant de démarrage n'affecte pas l'échauffement de façon significative. Facteur de correction pour ce service S3.

Facteur de marche N/N+R	15 %	25 %	40 %	60 %
Facteur de correction	1,6	1,4	1,2	1,1

(Facteur de marche = temps d'utilisation moteur / temps d'utilisation moteur + temps de repos)

Coefficient correcteur de température



P_1 puissance disponible
 P puissance nominale

Exemple si nous utilisons un moteur à une altitude de 2000m sous une température de 50°C, pour un moteur d'une puissance de 1kW, la puissance disponible suite au déclassement sera de $1000 \times 0,85 = 850W$.

Calcul puissance disponible en sortie du moteur

Exemple : pour fournir une puissance de 1105W, un moteur utilisé en service S2 avec un temps de marche de 30 minutes sur 90 minutes (facteur correction service = 1,3) à une altitude de 2000m sous une température de 50°C (facteur correction température 0,85), devra avoir une puissance de : $1105 / (0,85 \times 1,3) = 1000W$, soit 1 kW.

BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : ATVPM	Session 2019	SUJET
EPREUVE U42	DOSSIER TECHNIQUE	Durée : 3h	Coefficient : 3
			DT 6/12

Moteur, nouvelle référence

Vitesse nominale		A 1500 tr/min	A 2000 tr/min	A 3000 tr/min	Référence moteur	Référence variateur
Nn (tr/min)	Pn (kW)	P (kW)	P (kW)	P (kW)		
Alimentation 400 Vac						
6000	0,21	0,07	0,09	0,13	NX205EYUR6000	650S-43125020-B01P00-A1
6000	0,39	0,15	0,19	0,27	NX210EYPR6000	650S-43125020-B01P00-A1
3700	0,65	0,29	0,38	0,55	NX310EYPH6000	650S-43125020-B01P00-A1
6000	0,88	0,29	0,38	0,55	NX310EYKR6000	650S-43125020-B01P00-A1
1750	0,67	0,58			NX420EYVR6000	650S-43125020-B01P00-A1
3500	1,19	0,58	0,74	1,06	NX420EYPR6000	650S-43155020-B01P00-A1
6000	1,65	0,58	0,74	1,06	NX420EYKR6000	650S-43155020-B01P00-A1
2250	1,19	0,83	1,1		NX430EYQR6000	650S-43125020-B01P00-A1
3150	1,55	0,83	1,1	1,5	NX430EYMR6000	650S-43155020-B01P00-A1
3500	1,67	0,83	1,1	1,5	NX430EYLR6000	650S-43155020-B01P00-A1
1500	1,21	1,21			NX620EYIR6000	650S-43125020-B01P00-A1
3350	2,33	1,21	1,53	2,17	NX620EYRR6000	650S-43155020-B01P00-A1
5800	2,41	1,21	1,53	2,17	NX620EYKR6000	650S-43190030-B01P00-A1
3000	3,12	1,8	2,24	3,12	NX630EYWR6000	650S-43190030-B01P00-A1
1620	2,53	2,36			NX820EYXR6000	650S-43155020-B01P00-A1
3500	4,89	2,36	3	4,33	NX820EYRR6000	650S-43216030-B01P00-A1
1650	4,22	3,9			NX840EYRR6000	650S-43290030-B01P00-A1
3000	6,39	3,9	4,73	6,39	NX840EYWR6000	650S-43216030-B01P00-A1
1400	5,26				NX860EYWR6000	650S-43216030-B01P00-A1



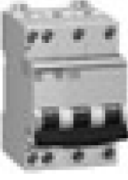
BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : ATVPM	Session 2019	SUJET
EPREUVE U42	DOSSIER TECHNIQUE	Durée : 3h	Coefficient : 3
			DT 7/12

Disjoncteurs iDPN N Clario 6 A...40 A, 6 kA, courbes C, D



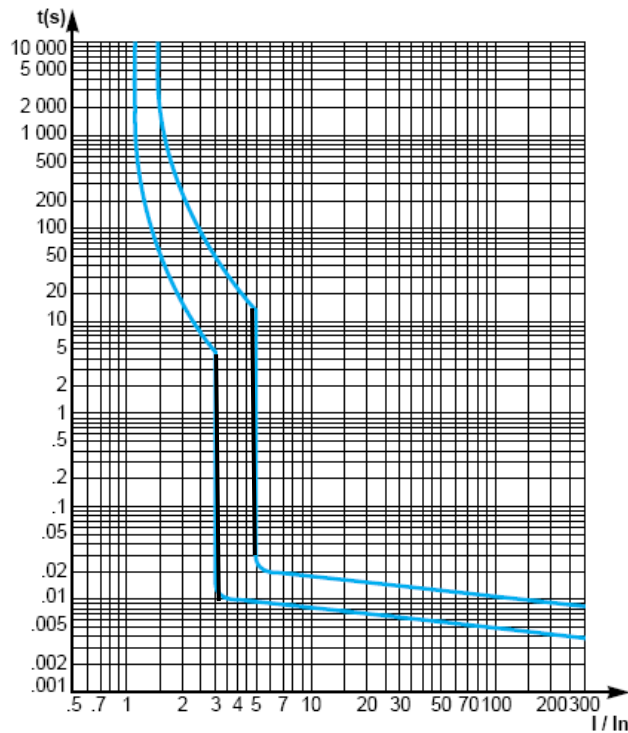
Caractéristiques techniques

EN 60898 : 6 kA, coupure du neutre intégrée
 déclenchement magnétique : courbe C : 5...10 In, courbe D :
 10...14 In peignes et éléments de raccordement page 6
 auxiliaires électriques comme C60, page 10
 < 6 A voir catalogue général

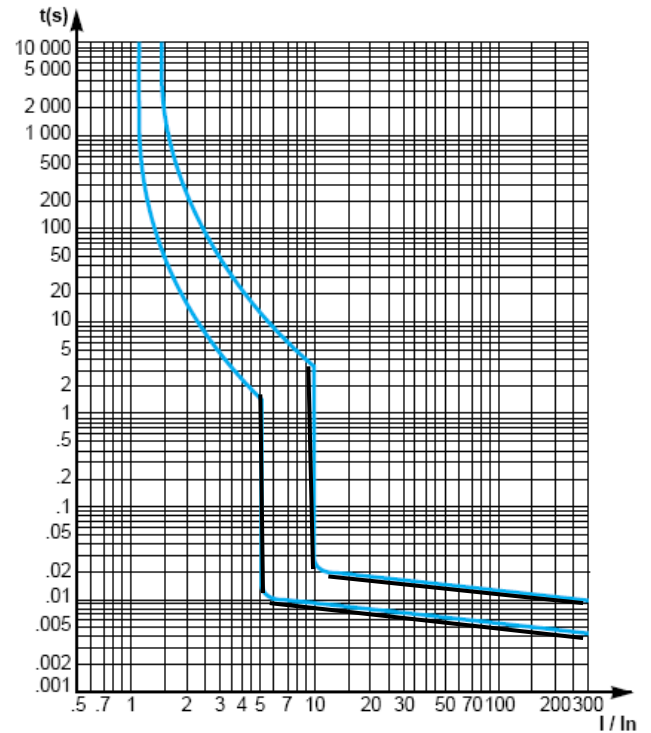
	pôles	In (A) 30 °C	courbe C		courbe D		mod. 18 mm
			références	E-No	références	E-No	
 21557	1PN	6	21555	805 116 500	21565	805 816 100	1
		10	21556	805 118 500	21566	805 818 100	1
		13	21725	805 129 500	21726	805 829 100	1
		16	21557	805 119 500	21567	805 819 100	1
		20	21558	805 120 500	21568	805 820 100	1
		25	21559	805 121 500	21569	805 821 100	1
		32	21560	805 122 500	21570	805 822 100	1
		40	21561	805 123 500	21571	805 823 100	1
 21578	3P	6	21575	805 176 300	21585	805 876 000	3
		10	21576	805 178 300	21586	805 878 000	3
		13	21727	805 189 300	21728	805 889 000	3
		16	21577	805 179 300	21587	805 879 000	3
		20	21578	805 180 300	21588	805 880 000	3
		25	21579	805 181 300	21589	805 881 000	3
		32	21580	805 182 300	21590	805 882 000	3
 21600	3PN	6	21595	805 176 100	21605	805 876 100	3
		10	21596	805 178 100	21606	805 878 100	3
		13	21729	805 189 100	21730	805 889 100	3
		16	21597	805 179 100	21607	805 879 100	3
		20	21598	805 180 100	21608	805 880 100	3
		25	21599	805 181 100	21609	805 881 100	3
		32	21600	805 182 100	21610	805 882 100	3
40	21601	805 183 100	21611	805 883 100	3		

Courbes de déclenchement disjoncteur

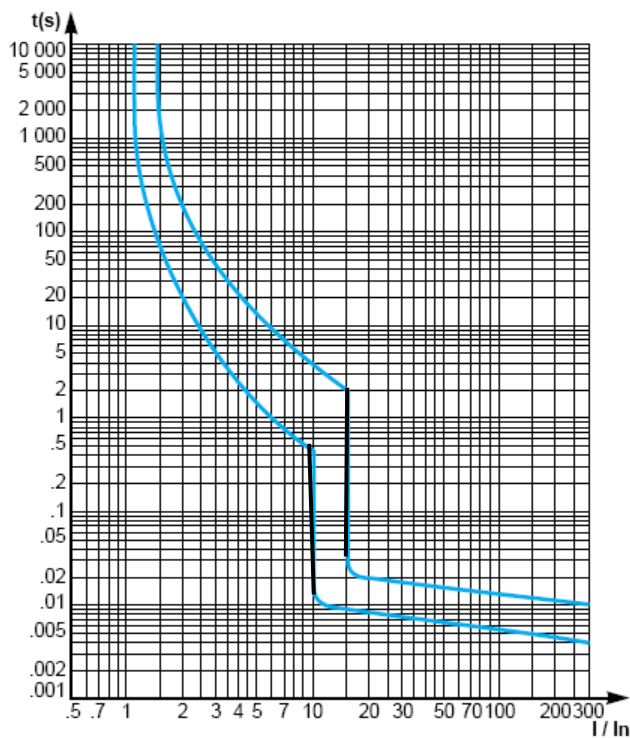
DPN/ courbe B



Déclic-DPN-DPN N/ courbe C



DPN N/ courbe D



BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : ATVPM	Session 2019	SUJET
EPREUVE U42	DOSSIER TECHNIQUE	Durée : 3h	Coefficient : 3
			DT 9/12

Chute de tension

Extrait du Guide de l'installation électrique "SCHNEIDER Electric"

Calcul de la chute de tension

Le tableau B5-2 ci-après donne les formules usuelles qui permettent de calculer la chute de tension dans un circuit donné par km de longueur.

I_B : courant d'emploi en ampère.

L : longueur du câble en km.

R : résistance linéaire d'un conducteur en Ω / km .

$$R = \frac{22,5 \Omega \text{mm}^2 \cdot \text{km}^{-1}}{S(\text{section en mm}^2)} \text{ pour âme en cuivre}$$

X : réactance linéique d'un conducteur en $\Omega \cdot \text{km}^{-1}$; X est négligeable pour les câbles de section inférieure à 50 mm².
En l'absence d'autre indication on prendra $X = 0,08 \Omega \cdot \text{km}^{-1}$.

φ : déphasage du courant sur la tension dans le circuit considéré ; généralement :

- Eclairage : $\cos \varphi = 1$.
- Force motrice :
 - En démarrage : $\cos \varphi = 0,35$.
 - En service normal : $\cos \varphi = 0,5$.

U_n : tension nominale entre phases.

V_n : tension nominale entre phase et neutre.

Circuit	Chute de tension	
	En volt	En %
Monophasé : deux phases	$\Delta U = 2 \times I_B \times L \times (R \times \cos \varphi + X \times \sin \varphi)$	$\frac{100 \times \Delta U}{U_n}$
Monophasé : phase et neutre	$\Delta U = 2 \times I_B \times L \times (R \times \cos \varphi + X \times \sin \varphi)$	$\frac{100 \times \Delta U}{U_n}$
Triphasé équilibré : trois phases (avec ou sans neutre)	$\Delta U = \sqrt{3} \times I_B \times L \times (R \times \cos \varphi + X \times \sin \varphi)$	$\frac{100 \times \Delta U}{U_n}$

Tableau B5-2 : Formules de calcul de chute de tension.

Limite maximale de la chute de tension

La norme NFC 15-100 impose que la chute de tension entre l'origine de l'installation BT et tout point d'utilisation n'excède pas les valeurs du tableau B5-1 ci-après.

Chute de tension maximale entre l'origine de l'installation BT et l'utilisation

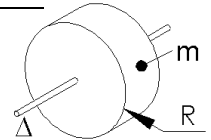
	Eclairage	Autres usages (force motrice)
Alimentation par le réseau BT de distribution publique	3%	5%
Alimentation par poste privé HT/BT	6%	8%

Tableau B5-1 : limite maximale de la chute de tension.

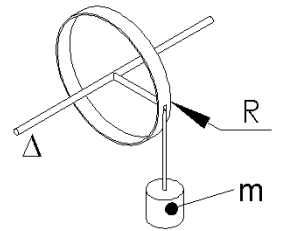
BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : ATVPM	Session 2019	SUJET
EPREUVE U42	DOSSIER TECHNIQUE	Durée : 3h	Coefficient : 3
			DT 10/12

Formulaire moment d'inertie

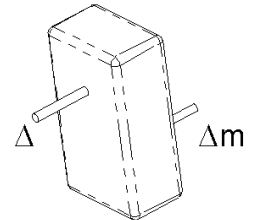
Moment d'inertie d'une pièce cylindrique par rapport à son axe Δ : $J_{\Delta} = \frac{m \cdot R^2}{2}$



Moment d'inertie d'une charge exercée sur une poulie par rapport à son axe Δ : $J_{\Delta} = m \cdot R^2$



Moment d'inertie d'un solide en sortie de réducteur de rapport de transmission k par rapport de à l'axe moteur Δm : $J_{\Delta m} = J_{\Delta} \cdot k^2$



BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : ATVPM	Session 2019	SUJET
EPREUVE U42	DOSSIER TECHNIQUE	Durée : 3h	Coefficient : 3
			DT 11/12

Schéma cinématique du motoréducteur de l'élève

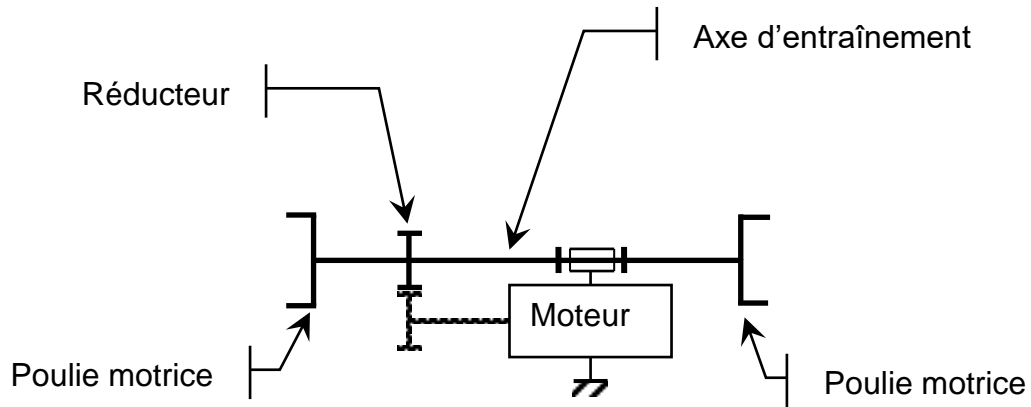
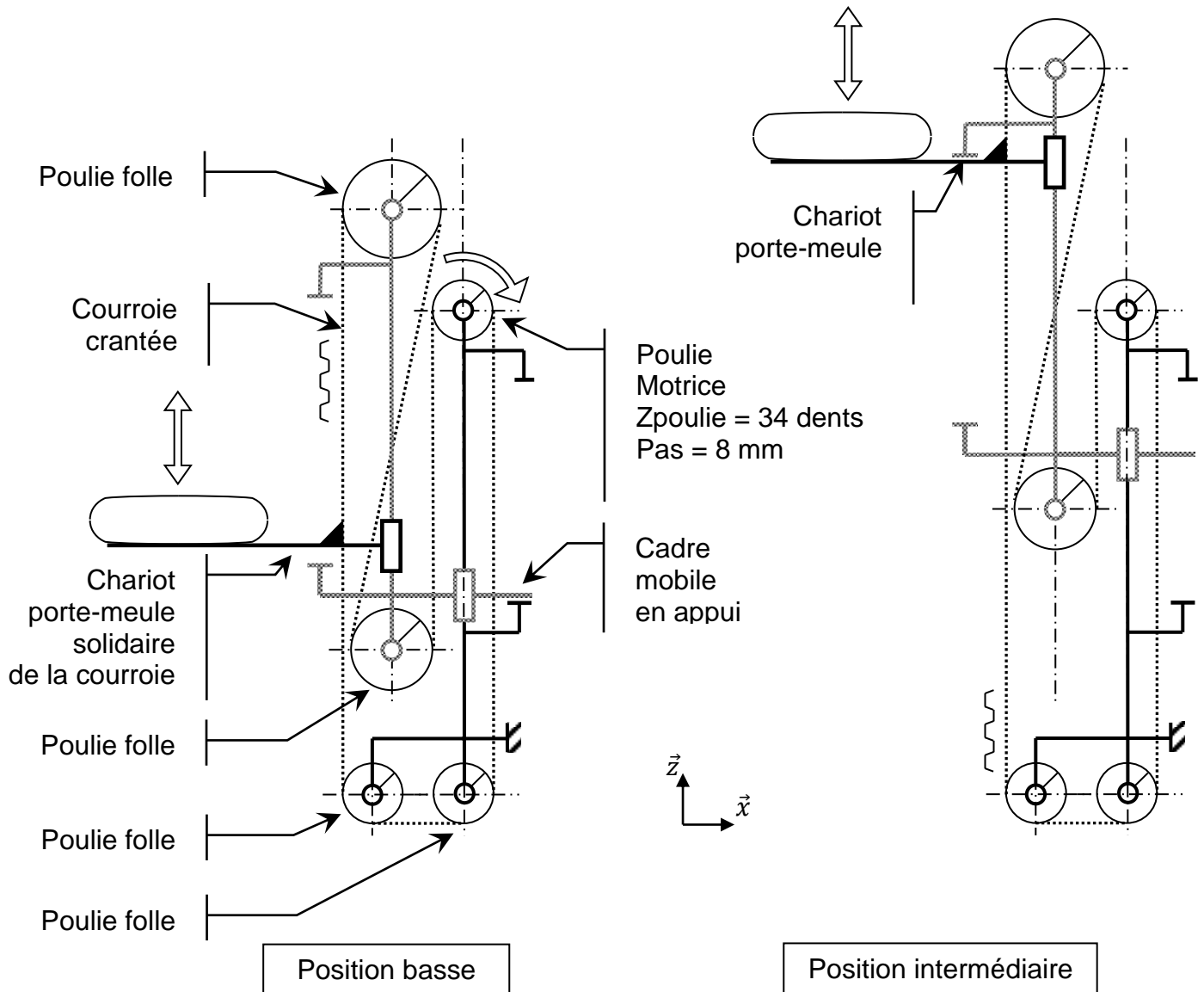


Schéma cinématique système jumelé poulies-courroies de l'élève



BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : ATVPM	Session 2019	SUJET
EPREUVE U42	DOSSIER TECHNIQUE	Durée : 3h	Coefficient : 3
			DT 12/12