

Commande automatique par séquenceur pneumatique

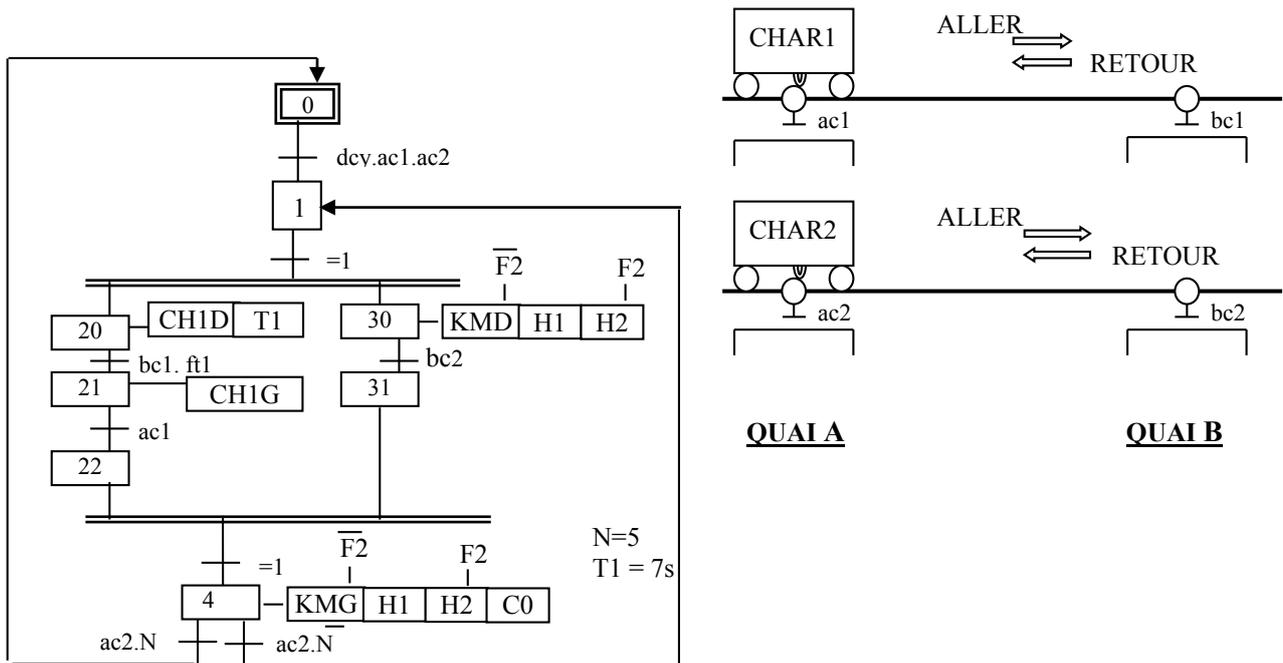


Figure 1 : grafcet et principe de fonctionnement de l'automatisme

Deux chariots automatisés CHAR1 et CHAR2, assurant les manutentions entre un quai A et un quai B, ont le fonctionnement décrit par le grafcet de la figure 1.

Le chariot CHAR1 est commandé par un vérin double effet (fixé au chariot) avec des *capteurs fins de course pneumatiques ac1 et bc1* ;

Le chariot CHAR2 est commandé par un moteur triphasé à cage, et ses *capteurs fins de course sont électromécaniques : ac2 et bc2*. Les capteurs et les bobines des contacteurs sont alimentés en 24v.

Deux voyants H1 et H2 (alimentés en 230v) sont utilisés pour indiquer respectivement la marche et la surcharge du moteur.

ENTREES		SORTIES	
R/S : interrupteur Run /Stop de l'API	I0.0	CH1D : commande chariot1 à droite	Q0.0
ac1 : fin de course pneumatique	I0.1	CH1G: commande chariot1 à gauche	Q 0.1
bc1: fin de course pneumatique	I0.2	H1 : voyant marche moteur	Q 0.2
ac2: fin de course électromécanique	I0.3	H2 : voyant surchauffe moteur	Q 0.3
bc2 fin de course électromécanique	I0.4	KM2G : contacteur commande chariot 2 à gche	Q 0.4
dcv : BP de démarrage cycle	I0.5	KM2D: contacteur commande chariot 2 à dte	Q 0.5
F2 (auxiliaire du relais thermique)	I1.2		
ft1 : fin de temporisation	I1.1	T1 : commande temporisation	Q1.1
N : valeur de présélection du compteur atteinte	I1.7	C0 : commande Incrémentation du compteur	Q1.0

Figure 2 : Tableau de entrées/sorties

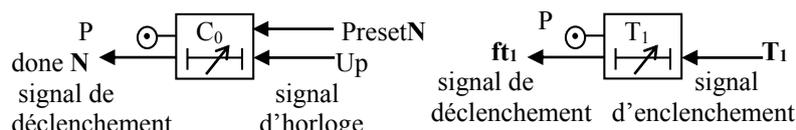


Figure 3 : compteur et temporisation pneumatiques

Diamètre en mm	10	12	16	20	25	32	40	45	65	70	80	100	120	125	140	150
Consommation en l/cm pour P=6à10bars	0.0025		0.005	0.01	0.015	0.02	0.04	0.06	0.1	0.125	0.16	0.24	0.3	0.4	0.5	0.6

Figure 4 : Consommation du vérin en fonction du diamètre

Partie 1 : câblage électropneumatique

Dans le cas d'une commande par un séquenceur pneumatique, donner le schéma de câblage complet de l'installation électropneumatique (capteurs, transducteurs, commande, préactionneurs), en faisant clairement apparaître les interfaces qui font la conversion des signaux (de l'électrique vers le pneumatique et vice versa).

Partie 2 : dimensionnement pneumatique : $\pi^2 = 10$; $10/8 = 1,25$; $\sqrt{4000} = 63,25$; $\sqrt{4100} = 64$; $\sqrt{4225} = 65$.

La tige du vérin a une longueur de 100 cm, et un diamètre de 40mm. La masse à vide du chariot est de 100 kg et celle des pièces est de 60 kg. Sachant que la pression de travail est de 6.28 bars, le taux de charge de 0.8, et que la durée du cycle est de 3 minutes, calculer :

- 1- le diamètre du piston du vérin,
- 2- les forces **réelles** développées par le vérin : -a- en sortant, -b- en rentrant,
- 3- le volume d'air **réel** consommé par le vérin : -a- en sortant, -b- en rentrant,
- 4- le volume d'air global consommé par heure.
- 5- Si on remplace le vérin double effet par 2 vérins simple effet de même diamètre que le vérin double effet,
 - a- calculer la valeur de la force du ressort pour déplacer le chariot dans les mêmes conditions,
 - b- calculer les nouvelles forces et les nouveaux volumes en poussant le chariot de A vers B et de B vers A.
 - c- conclure.

Partie 3 : dimensionnement électrique On prendra $1/230 = 4,3 \cdot 10^{-3}$

Le moteur alimenté en **triphase 230v** porte sur la plaque signalétique les indications suivantes :

230/400v 15kw $\cos\phi = 1.5/\sqrt{3}$.

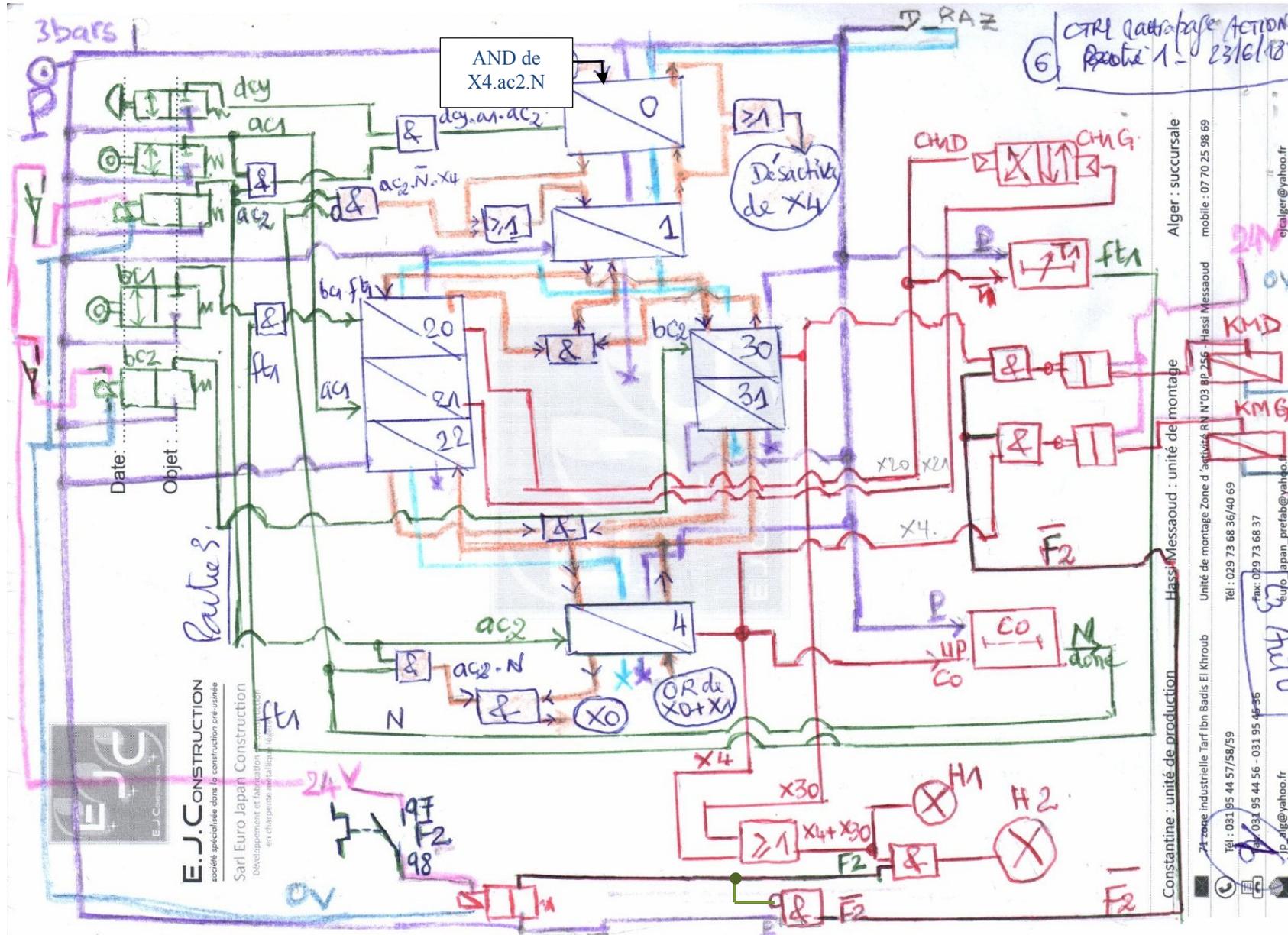
La plaque est abîmée, et on n'est pas sûr de la puissance, c'est peut-être 1.5kW, le point n'est pas visible.

Donner :

- 1- le schéma de puissance en justifiant le mode de démarrage choisi dans les deux cas (1.5kw et 15kw);
- 2- un tableau indiquant les équipements avec les noms des variables dans les deux cas 1.5kw et 15kw (après dimensionnement éventuel et choix dans le catalogue de Télémécanique);
- 3- Conclusions :a- Selon vous quelle est la bonne puissance du moteur 1.5kw ou 15kw? Pourquoi ?
 b- Comment doit-on faire pour s'en assurer ?
 c- Compte tenu de la nature de l'application, comment simplifier la partie électrique ?

MOTEUR A CAGE					PROTECTION					
220 / 240V		380 / 400V		contacteur tripolaire	relais thermique tripolaire différentiel		3 fusibles classe aM		sectionneur	sectionneur disjoncteur
Kw	In(A)	Kw	In(A)	référence	référence	zone de réglage (A)	calibre (A)	taille	référence	référence
-	-	0.37	1.03	LC1-D09	LR1-D1306	1 ÷ 1.6	2	10x38	LS1-D2531	GK2-CF06
-	-	0.55	1.6	LC1-D09	LR1-D13x6	1.25÷2	4	10x38	LS1-D2531	GK2-CF07
0.37	1.8	0.75	2	LC1-D09	LR1-D1307	1.6÷2.5	4	10x38	LS1-D2531	GK2-CF07
0.55	2.75	1.1	2.6	LC1-D09	LR1-D1308	2.5÷4	6	10x38	LS1-D2531	GK2-CF08
0.75	3.5	1.5	3.5	LC1-D09	LR1-D1308	2.5÷4	6	10x38	LS1-D2531	GK2-CF08
1.1	4.4	2.2	5	LC1-D09	LR1-D1310	4÷6	8	10x38	LS1-D2531	GK2-CF10
1.5	6.1	3	6.6	LC1-D09	LR1-D1312	5.5÷8	12	10x38	LS1-D2531	GK2-CF12
2.2	8.7	4	8.5	LC1-D09	LR1-D1314	7÷10	12	10x38	LS1-D2531	GK2-CF14
3	11.5	5.5	11.5	LC1-D12	LR1-D1316	9÷13	16	10x38	LS1-D2531	GK2-CF16
4	14.5	7.5	15.5	LC1-D18	LR1-D1321	12÷18	20	10x38	LS1-D2531	GK2-CF21
-	-	9	18.5	LC1-D25	LR1-D1322	17÷25	25	10x38	LS1-D2531	GK2-CF22
5.5	20	11	22	LC1-D25	LR1-D1322	17÷25	25	10x38	LS1-D2531	GK2-CF22
7.5	27	15	30	LC1-D32	LR1-D2353	23÷32	40	14x51	GK1-EK	GK3-EF04
-	-	15	30	LC1-D32	LR1-D2355	28÷36	40	14x51	GK1-EK	GK3-EF40
10	35	18.5	37	LC1-D40	LR1-D3355	30÷40	40	14x51	GK1-EK	GK3-EF40
11	39	-	-	LC1-D40	LR1-D3357	37÷50	63	22x58	DK1-FB23	GK3-EF65
-	-	22	44	LC1-D50	LR1-D3357	37÷50	63	22x58	DK1-FB23	GK3-EF65
15	52	25	52	LC1-D50	LR1-D3359	48÷65	63	22x58	DK1-FB23	GK3-EF65
18.5	64	30	60	LC1-D65	LR1-D3361	55÷70	80	22x58	DK1-FB23	GK3-EF65
22	75	37	72	LC1-D80	LR1-D3363	63÷80	80	22x58	DK1-FB23	GK3-EF80
25	85	51	98	LC1-D95	LR1-D3365	80÷93	100	22x58	DK1-FB23	-

SOLUTION PARTIE 1 : CABLAGE ELECTROPNEUMATIQUE



SOLUTION PARTIE 2 : DIMENSIONNEMENT PNEUMATIQUE

1° Diamètre du piston

Le vérin double effet est solidaire du chariot. En sortant le vérin pousse un chariot plein. En rentrant le vérin tire un chariot vide. Donc la force utile nécessaire n'est pas la même en sortant et en rentrant. De plus la force théorique développée par le vérin en sortant et en rentrant n'est pas la même.

En sortant : $F_{ut} = (M+m) \times g = (100 + 60) \times 10 = 1600 \text{ N}$

$$F_{ts} = F_{ut} / \tau = 1600 / 0,8 = 2000 \text{ N}$$

En rentrant : $F_{ut} = M \times g = 100 \times 10 = 1000 \text{ N}$

$$F_{tr} = F_{ut} / \tau = 1000 / 0,8 = 1250 \text{ N}$$

Si on utilise F_s pour calculer le diamètre du piston :

$$F_{ts} = P \times S \rightarrow S = F_{ts} / P \leftrightarrow \pi \times D^2 / 4 = F_{ts} / P \rightarrow D^2 = 4 \times F_{ts} / P \times \pi$$

$$D^2 = 4 \times 2000 / 0,2 \times \pi \times \pi = 4 \times 2000 / 2 = 4000 \rightarrow D = \sqrt{4000} = 63,25 \text{ mm}$$

Si on utilise F_r pour calculer le diamètre du piston :

$$F_{tr} = P \times (S - s) \rightarrow S - s = F_{tr} / P \leftrightarrow \pi / 4 \times (D^2 - d^2) = F_{tr} / P \rightarrow D^2 = 4 \times F_{tr} / P \times \pi + d^2$$

$$D^2 = 4 \times 1250 / 0,2 \times \pi \times \pi + 40^2 = 4 \times 1250 / 2 + 1600 = 4100 \rightarrow D = \sqrt{4100} = 64 \text{ mm}$$

Lequel des deux choisir ? Il faut choisir le plus grand car c'est celui qui permet de développer la plus grande force aussi bien en rentrant qu'en sortant. Dans notre cas il n'y a presque pas de différence.

Conclusion

Pour calculer le diamètre d'un vérin double effet qui est utilisé en poussant (sortant) et en tirant (rentrant), il faut utiliser la force en rentrant, car elle permet d'obtenir le plus gros diamètre de piston.

La valeur 64 n'existe pas dans le tableau. On va donc utiliser le diamètre normalisé immédiatement supérieur, soit **D = 65mm**.

2° Forces réelles développées par le vérin

2.a- En sortant : $F_{ts} = P \times S = P \times \pi \times D^2 / 4 = 0,2 \times \pi \times \pi \times 65^2 / 4 = 2 \times 4225 / 4 = 2112,5 \text{ N}$

2.b- En rentrant : $F_{tr} = P \times (S - s) = P \times \pi \times (D^2 - d^2) / 4 = 0,2 \times \pi \times \pi \times (65^2 - 40^2) / 4 = 2 \times 4225 / 4 = 1312,5 \text{ N}$

3-Volume d'air réel consommé par le vérin

3.a- En sortant : $D = 65 \text{ mm} \rightarrow C = 0,1 \text{ l/cm}$ $V_s = C \times L = 0,1 \times 100 = 10 \text{ litres}$

3.b- En rentrant : $d = 40 \text{ mm} \rightarrow c = 0,04 \text{ l/cm}$ $V_r = (C - c) \times L = (0,1 - 0,04) \times 100 = 0,06 \times 100 = 6 \text{ litres}$

3.c- Volume total par cycle (un aller-retour) : $V_t = V_s + V_r = 10 + 6 = 16 \text{ litres}$

4- Volume d'air global consommé par heure

Un cycle toutes les 3mn, donc $60/3 = 20$ cycles par heure

Volume horaire : $V_h = 16 \times 20 = 320 \text{ litres}$

Conclusion

On utilisera soit un compresseur avec une cuve de 200 litres qui se déclenchera environ toutes les demi-heures, soit une installation de production d'air comprimé (qui alimentera cet atelier et des ateliers mitoyens).

5- Si on remplace le vérin double effet par 2 vérins simple effet de même diamètre que le vérin double effet

5.a- Valeur de la force du ressort pour déplacer le chariot dans les mêmes conditions

Dans les mêmes conditions de travail peut être compris de deux manières :

- **a1.** Si c'est pour pousser le chariot avec une F_{ts} de 2112 N

$$F_{ts} = P \times S - F_{res} = P \times \pi \times D^2 / 4 - F_{res} \rightarrow F_{res} = - F_{ts} + P \times \pi \times D^2 / 4$$

$$F_{res} = - 2112 + 2112 = 0 \text{ N} \leftrightarrow \text{ressort avec cste de raideur nulle} \leftrightarrow \text{pas de ressort du tout}$$

⇒ Le vérin va sortir et ne pourra pas revenir

⇒ Une autre solution est soit d'augmenter le diamètre soit de mettre un ressort faible, qui permet juste de ramener la tige du vérin (qui n'est plus solidaire du chariot).

- **a2.** Si c'est pour le pousser avec une force au moins égale à F_{ut}

$$F_{ut} = 1600 \text{ N} \rightarrow F_{ts} = F_{ut} / \tau = 2000 \text{ N}$$

$$F_{ts} = P \times S - F_{res} = P \times \pi \times D^2 / 4 - F_{res} \rightarrow F_{res} = -F_{ts} + P \times \pi \times D^2 / 4 = - 2000 + 2112 = 112 \text{ N}$$

Ceci est une valeur maximum du ressort. **$F_{res} \leq 112 \text{ N}$**

5.b- Calcul des nouvelles forces et des nouveaux volumes (en poussant le chariot de A vers B et de B vers A)

- **b1. Nouvelles forces**

F_s (de A vers B) = $P \times S - F_{res} = P \times \pi \times D^2 / 4 - F_{res} \rightarrow F_s = 2112 - 112 = 2000 \text{ N} = F_{ts}$ nécessaire pour déplacer le chariot de 160 kg Dans notre cas il n'y a presque pas de différence. (chariot + charge) de A vers B

F_s (de B vers A) = $P \times S - F_{res} = P \times \pi \times D^2 / 4 - F_{res} \rightarrow F_s = 2112 - 112 = 2000 \text{ N} \gg F_{tr} = 1250 \text{ N}$ nécessaire pour déplacer le chariot de 100 kg (chariot vide) de B vers A

- **b2. Nouveaux volumes**

$$V_s = C \times L = 0,1 \times 100 = 10 \text{ litres} \quad V_r = 0 \text{ (ressort de rappel)}$$

$$V_t = 2 \times 10 = 20 \text{ litres (on a deux vérins) par cycle}$$

$$V_h = 20 \times 20 = 400 \text{ litres}$$

5.c- Conclusion

	F_{ts} Force théorique en poussant	F_{tr} Force théorique en tirant	F_{uts} Force utile en sortant	F_{utr} Force utile en rentrant	V_t Volume par cycle	V_h Volume horaire
Vérin DE	2000 N	1250 N	1600 N	1000	16 litres	320 litres
Vérin SE	2000 N	2000 N	1600 N	1000	20 litres	400 litres

Si on remplace le vérin double effet par deux vérins simple effet :

On remarque qu'avec une force de ressort de 112 N et deux vérins simple effet, on a de meilleures forces pour le déplacement du chariot en rentrant de B vers A, ainsi le chariot ira plus vite.

Pour la consommation en air comprimé elle est légèrement supérieure.

Même si le gain n'est pas vraiment appréciable, on a quand même une structure plus souple car les vérins ne sont pas solidaires du chariot, ce qui n'est pas négligeable pour la maintenance.

En conclusion le choix de deux vérins SE à la place du vérin DE est judicieux et fortement conseillé pour cette application.

SOLUTION PARTIE 3 : DIMENSIONNEMENT ELECTRIQUE

Objet :
 E.J.C. CONSTRUCTION
 société spécialisée dans la construction préfabriquée
 Sarl Euro Japan Construction
 Développement et fabrication de construction
 en charpente métallique légère

$P_n = 1.5 \text{ kW}$
 $P_n = U_n I_n \sqrt{3} \cos \phi \Rightarrow I_n = \frac{P_n}{U_n \sqrt{3} \cos \phi}$
 (2) $I_n = \frac{1.5 \cdot 10^3}{230 \cdot \sqrt{3} \times (1/\sqrt{3}) \times 1.5} = 4.3 \text{ A}$

- 0.25 \Rightarrow contacteur LC1D09
- 0.5 \Rightarrow relais thermique LR1D03A10 $4 \leq I \leq 6 \text{ A}$ réglé sur $I_n = 4.3 \text{ A}$
- 0.5 \Rightarrow sectionneur : LS1D2531 + 3 fusibles AM calibre 8 A
 ou sectionneur disjoncteur GK2CF08.

0.25 $P_n < 5 \text{ kW}$ triphasé \Rightarrow démarrage direct.
 b/ $P_n = 15 \text{ kW}$
 $I_n = \frac{15 \cdot 10^3}{230 \times \sqrt{3} \times 1.5/\sqrt{3}} = 10 \times 4.3 \cdot 10^3 \times 10^3$
 $I_n = 43 \text{ A}$

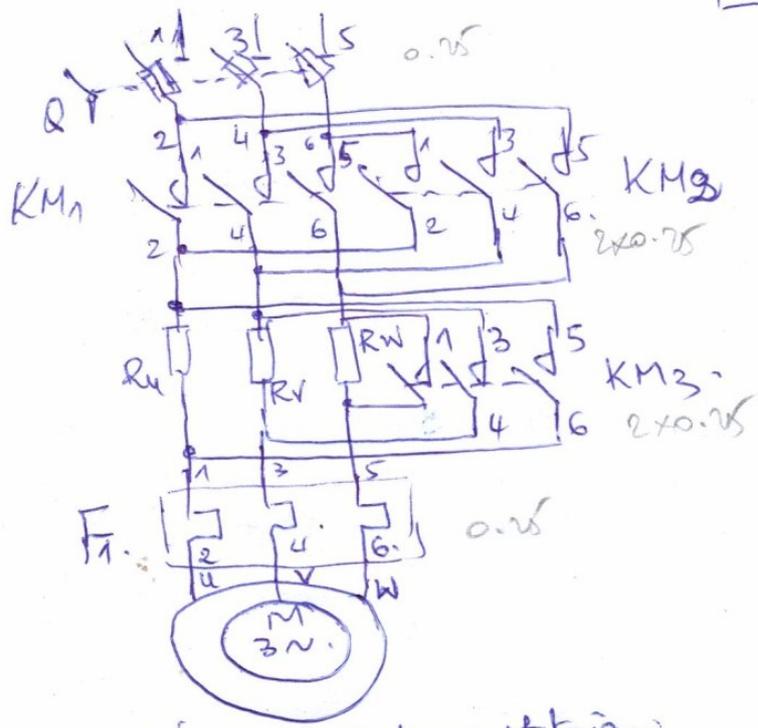
- 0.25 \Rightarrow contacteur LC1D50
- (1.25) 0.5 \Rightarrow relais thermique LR1D3357 : $37 \leq I \leq 50$; réglé sur $I_n = 43 \text{ A}$
- 0.5 \Rightarrow soit sectionneur à fusibles : ~~GK~~ FB23 + 3 fusibles AM de 63 A
 soit " disjoncteur GK3EF65 -

(1.35)
 - P_n moyenne $\gg 5 \text{ kW} \Rightarrow$ pas de démarrage direct.
 - moteur à cage \Rightarrow pas de démarrage à rotor bobiné (rotor raccos
 sable)
 - la + petite tension indiquée st = la tension du réseau \Rightarrow la
 règle PTT st vérifiée \Rightarrow on peut utiliser le démarrage Δ
 comme ce type de démarrage st réservé au démarrage à vide;
 alors qu'ici le moteur démarre en charge (chariot + pièce).
 0.25 \Rightarrow on n'a pas le droit d'utiliser le démarrage Δ .
 0.25 \Rightarrow Il ne reste plus que le démarrage à résistances
 0.5 statiques qui conviendrait parfaitement : Moteur à cage,
 faible puissance moyenne.

Constantine : unité de production \Rightarrow Hassi Messaoud : unité de montage un contacteur KM2 pour
 71 zone industrielle Tarf (en face El Kroub) Unité de montage Zone d'activité BP 236 - Hassi Messaoud mobile : 07 70 25 98 69
 Tél : 031 95 44 57/58/59 Tél : 029 73 68 36/40 69
 Fax : 031 95 44 56 - 031 95 45 36 Fax : 029 73 68 36
 jp_alg@yahoo.fr euro_japan_prefab@yahoo.fr ejalger@yahoo.fr

contacteur auxiliaire, soit un contacts temporis
 au contacteur de ligne.

CTRL Rattrap. Actionneurs 23/6/18 | Partiz Electrique (7)



NB: Pour le démarrage direct, on supprime les résistances et le contacteur KM3.
0.5.

(2)

démarrage à résistances statiques

a) D'après le type de l'application, on a besoin d'un moteur de faible puissance. Mais on ne pas être sûr à 100%.

b) Pour être assuré, il suffit de mettre dans le circuit d'une phase, en série avec une résistance un ampèremètre réglé sur le calibre le + défavorable 200A

(2.5)

soit $\approx 5 \times I_n$, pour tenir compte du ct de démarrage.
 si $I_n \approx 43A \rightarrow$ la puissance est de 15 KW
 si $I_n \approx 4,3A \rightarrow$ " " 1,5 KW

c) Compte tenu de la simplicité de l'application, on peut remplacer le sectionneur + les fusibles + le relais thermique par un appareil unique : contacteur moteur supportant un courant nominal de 43A.

On peut faire mieux et utiliser une pince ampèremétrique sur une des phases (cf. figure plus bas) et appuyer sur le bouton « PEAK ». Après démarrage, la valeur du pic de courant est mémorisée.



Pince ampèremétrique entourant le câble d'une des phase du moteur (à gauche le bouton PEAK)