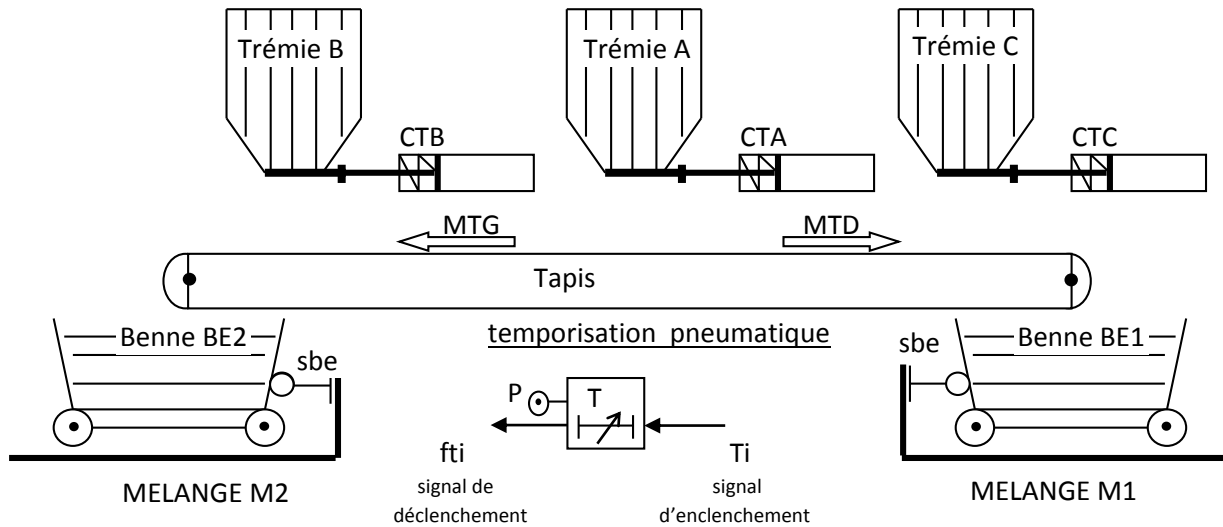


Le schéma de la figure du bas décrit une installation utilisée dans l'industrie du verre. Elle produit deux mélanges M1 et M2 à partir de 3 produits, et fonctionne en mode cycle par cycle.

Le tapis roulant est entraîné par un moteur électrique (400 V) à deux sens de marche.

A l'état de repos, les vérins fermant les trappes sont sortis.



Partie 1 : Technologie électropneumatique

Dans le cas d'une commande par api, si le vérin CTA est un simple effet et son distributeur un 3/2 mono, le vérin CTB est remplacé par un double effet et son distributeur un 4/2 mono, le vérin CTC est remplacé par un double effet et son distributeur un 5/2 bistable, donner le **schéma de puissance** de la partie électropneumatique (vérins, distributeurs, temporisations, et leurs interfaces).

Entrée	Variable	sm1	sm2	sbe1	sbe2	F2		ft1	ft2
	adresse	I0.3	I0.4	I0.1	I0.2	I0.5		I0.7	I0.8
Sortie	Variable	CTA	CTB	CTC	MTD	MTG		T1	T2
	adresse	O0.4	O0.5	O0.6	O0.1	O0.2		O0.7	O0.8

Partie 2 : Moteur asynchrone

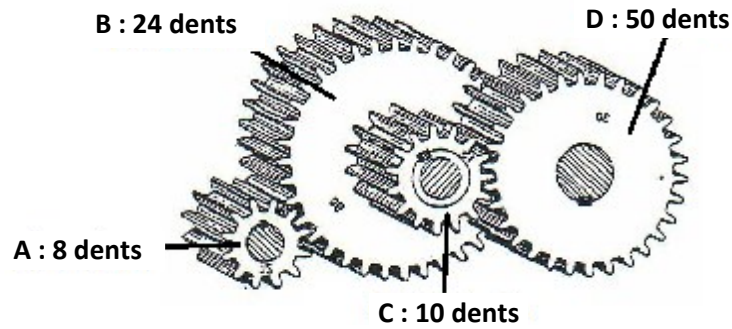
Le moteur est alimenté en 400v triphasé. La plaque signalétique du moteur porte les indications : 400/600 V, 30 KW, $\cos\phi = 1.3/\sqrt{3}$ (on donne $30/52=0.58$)

Donner en le justifiant :

1. Le choix du couplage des enroulements du stator.
2. Le type de moteur choisi.
3. Le mode de démarrage choisi (en précisant ceux qui sont possibles et ceux interdits).
4. Le schéma de puissance.
5. Le calibrage des composants et le choix dans le catalogue de Télémécanique (pour simplifier on considérera que le moteur est à cage et qu'on est en catégorie AC3).

Partie 3 : Motoréducteur

Le moteur tournant à la vitesse de 3000 tr/mn, utilise un réducteur pour *réduire* la vitesse du tambour qui entraîne le tapis.



Nom de la roue	Roue 1		Roue 2		Roue 3		Roue 4		Roue 5
Nom de l'engrenage	A	B	C	D	E	F	G	H	
Nombre de dents	8	24	10	50	10	40	60	12	

- 2.a- Pour le train d'engrenage ABCDEF donner la vitesse de rotation de la charge entraînée.
- 2.b- Quel train d'engrenage doit on utiliser si on veut réduire la vitesse à 300 tr/mn ?
- 2.c- Si l'on utilise le train DCBA que se passe-t-il ?

Partie 4 : Moteur à courant continu

Le moteur asynchrone et son réducteur sont remplacés par un motoréducteur intégré à courant continu : il comprend le moteur et le réducteur en un seul bloc.

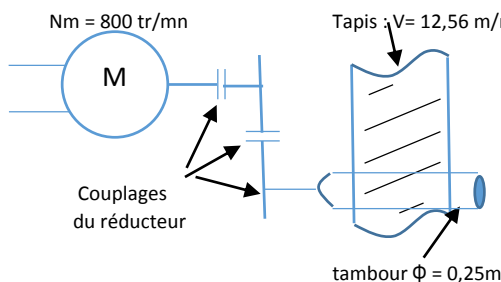
Le motoréducteur entraîne un tambour cylindrique qui à son tour déplace linéairement le tapis roulant (ou bande transporteuse). La plaque signalétique du moteur à excitation indépendante porte les indications suivantes : **Un = 240 V In = 35 A Pn = 7 kW Nm = 800 tr/min**

- 1- Donner le schéma équivalent du moteur (en faisant clairement ressortir les flèches des courants et tensions). Calculer (à la charge nominale):
- 2- Le bilan des puissances puis le rendement du moteur sachant que les pertes par effet Joule de l'inducteur sont de 150 watts.
- 3- Les pertes par effet Joule dans l'induit sachant que l'induit a une résistance de 0,5 Ω.
- 4- La puissance électromagnétique et la puissance des pertes « constantes » ou collectives.
- 5- Le couple électromagnétique, le couple moteur ou utile (disponible à l'extrémité de l'arbre du moteur ≡ l'entrée du réducteur) et le couple des pertes « constantes ».
- 6- La vitesse de rotation du tambour sachant que le tapis a une vitesse linéaire de 12,56 m/mn (12,56 = 4*π)
- 7- Le rapport de réduction R du réducteur.
- 8- Le couple du tambour Ct (en sortie du réducteur).

Les caractéristiques de l'installation sont les suivantes :

Nt : vitesse de rotation du tambour, **Ct** : couple du tambour

Vitesse linéaire du tapis: **V=12.56 m/mn** (4*π = 12,56) Diamètre du tambour : **Φ = 0,25m**



Pm : puissance mécanique **Pm** ou puissance utile **Pu** ou puissance nominale **Pn**: c'est la puissance disponible à l'extrémité de l'arbre du moteur.
 $P_m \text{ (watts)} = C_m \text{ (N.m)} \times \Omega \text{ (rad/s)}$
 Puissance électromagnétique **Pem**:
 $P_{em} \text{ (w)} = E \text{ (v)} \cdot I \text{ (A)}$
 Couple électromagnétique **Cem**:
 $C_{em} \text{ (N.m)} = P_{em} \text{ (w)} / \Omega \text{ (rd/s)}$

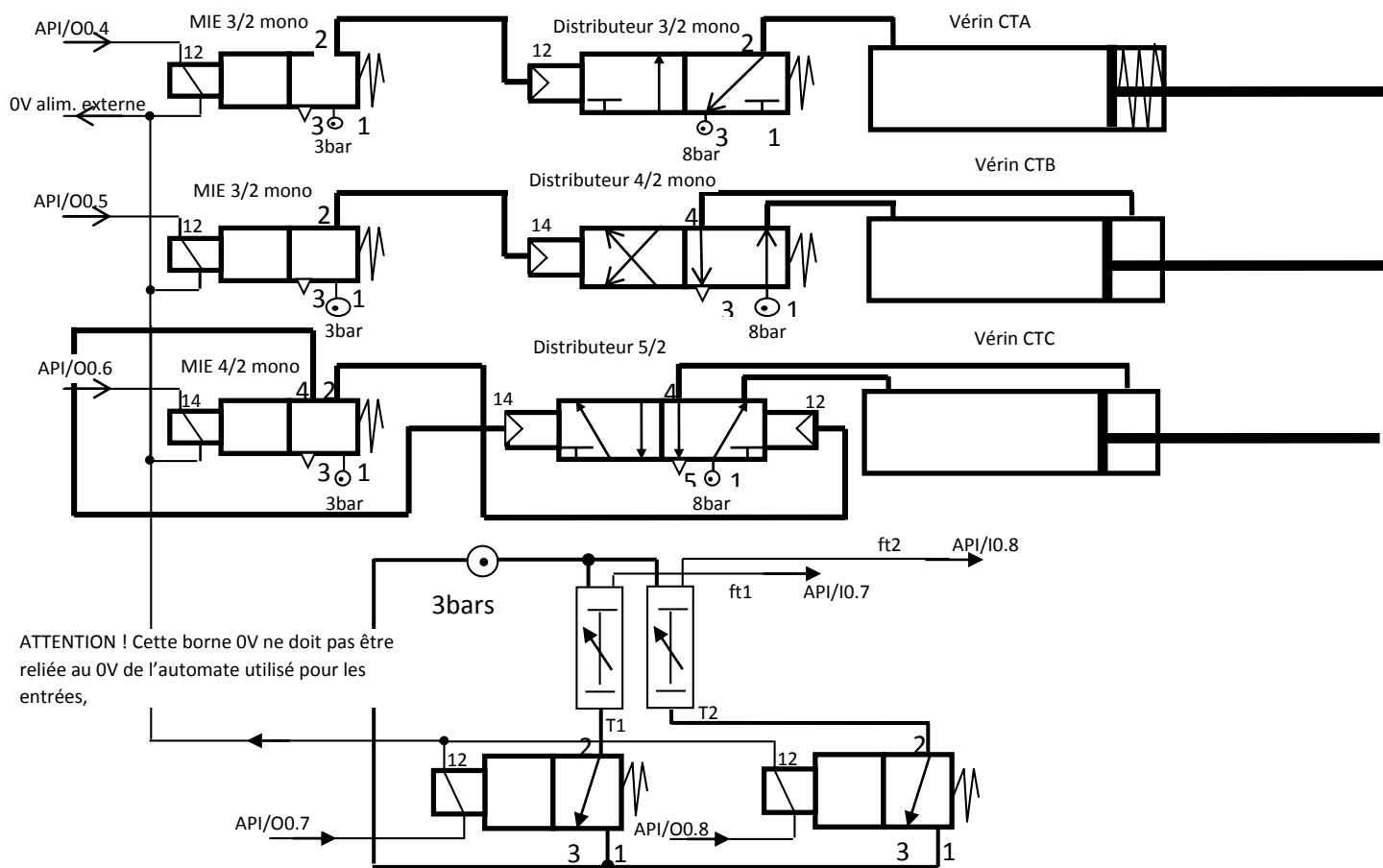
Le réducteur **REDUIT la vitesse** et **AUGMENTE le couple** dans le même rapport R
 Il transmet au tambour le couple résultant avec pertes (négligeables rendement η_r voisin de 1)
 $N_t = (N_m \times R)$
 $C_t = (C_m / R)$
 $V \text{ linéaire en (m/mn)} = \text{vitesse rotation (tr/mn)} \times \text{longueur de 1 tr (m)}$

Choix des matériels de protection et commande (catégorie AC3 – doc. Télémécanique)

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	-

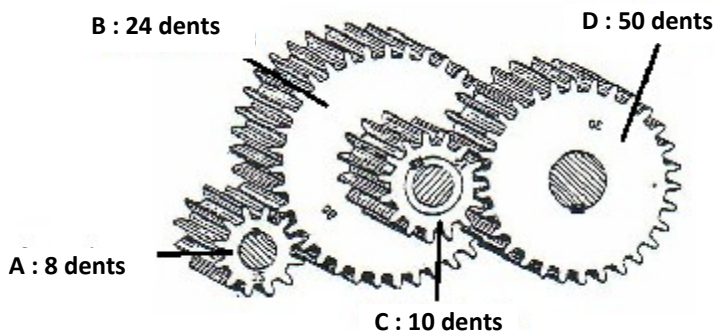
SOLUTION Partie 1 partielle non commentée

à l'état de repos, les trois vérins sont sortis (trappes fermées)



SOLUTION Partie 3 : Motoréducteur

On dispose d'un moteur tournant à la vitesse de 3000 tr/mn, et l'on désire **réduire** sa vitesse.



Nom de la roue	Roue 1	Roue 2		Roue 3		Roue 4		Roue 5
Nom de l'engrenage	A	B	C	D	E	F	G	H
Nombre de dents	8	24	10	50	10	40	60	12

1° Train d'engrenages ABCDEF

On obtient un vrai réducteur de rapport $R = A/B \times C/D \times E/F = 8/24 \times 10/50 \times 10/40 = 1/60$. La vitesse de rotation sera alors réduite à 50 tr/mn ($3000 \times 1/60$).

2° Pour réduire la vitesse à 300tr/mn il faut donc un rapport R de 1/10. Pour l'obtenir on va utiliser le train HBCD, qui donne $R = 12/24 \times 10/50 = 1/10$.

3° Train d'engrenage : DCBA

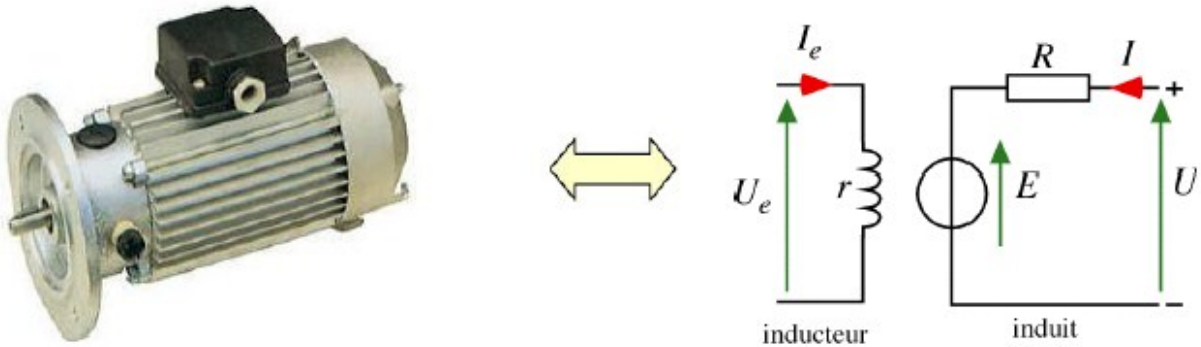
Rapport de réduction : $R = \text{roue qui entraîne} / \text{roue entraînée} : R = D/C \times B/A = 50/10 \times 24/8 = 5 \times 3 = 15$

Vitesse_sortie = Vitesse_entrée x R = 3000 X 15 = 45000 tr/mn

Il ne s'agit pas d'un réducteur mais d'un multiplicateur de vitesse. La vitesse est trop élevée. Le moteur va se casser.

SOLUTION Partie 4 : Moteur à courant continu

1-Modèle électrique simplifié du moteur à courant continu



2- Le rendement du moteur sachant que les pertes Joule inducteur sont de 150 watts.

Puissance utile : 7 kW

Puissance absorbée par l'induit = $UI = 240 \times 35 = 8400 \text{ W} = 8,4 \text{ kW}$

Puissance absorbée par l'inducteur = pertes Joule à l'inducteur = 150 W = 0,15 kW

Puissance absorbée = puissance absorbée par l'induit + puissance absorbée par l'inducteur
 $= 8400 + 150 = 8550 \text{ W} = 8,55 \text{ kW}$

Rendement = $7000/8550 = 81,9 \%$

3- Les pertes Joule induit sachant que l'induit a une résistance de 0,5 Ω.

$RI^2 = 0,5 \times 35^2 = 610 \text{ W} = 0,61 \text{ kW}$

4- La puissance électromagnétique et les pertes « constantes ».

Puissance électromagnétique = fem induite * courant d'induit

Fem induite : $E = U - RI = 240 - 0,5 \times 35 = 222,5 \text{ V}$

$EI = 222,5 \times 35 = 7,79 \text{ kW}$

Autre méthode : par le bilan des puissances

Puissance électromagnétique = puissance absorbée – pertes Joule totales = $(P_{a \text{ induct}} + P_{a \text{ induit}}) - (P_{j \text{ induct}} + P_{j \text{ induit}}) =$
 $= P_{j \text{ induct}} + P_{a \text{ induit}} - (P_{j \text{ induct}} + P_{j \text{ induit}}) = P_{a \text{ induit}} - P_{j \text{ induit}}$
 $= 8,4 - 0,61 = 7,79 \text{ kW} = 7790 \text{ W}$

Pertes « constantes » (ou plutôt pertes collectives pour parler rigoureusement)

= puissance électromagnétique – puissance utile
 $= 7,79 - 7 = 0,79 \text{ kW} = 790 \text{ W}$

5- Le couple électromagnétique, le couple utile et le couple des pertes « constantes ».

Couple électromagnétique = $7790 / (800 \times 2\pi / 60) = 93 \text{ Nm}$

Couple utile = $7000 / (800 \times 2\pi / 60) = 83,6 \text{ Nm}$

Couple des pertes constantes = Couple électromagnétique - Couple utile = $93 - 83,6 = 9,4 \text{ Nm}$

= Pertes « constantes » / vitesse angulaire = $790 / (800 \times 2\pi / 60) = 9,4 \text{ Nm}$

6-Vitesse de rotation du tambour Nt

V linéaire en (m/mn) = vitesse rotation (tr/mn) x longueur de 1 tr (m)

$= N \text{ (tr/mn)} \times 2 \times \pi \times r \text{ (m)} = N \text{ (tr/mn)} \times \pi \times d \text{ (m)}$

$Nt \text{ (tr/mn)} = V \text{ (m/mn)} / \pi \times d \text{ (m)} = 4 \times 3,14 / (3,14 \times 1/4) = 16 \text{ tr/mn}$

7 Rapport de réduction R

$Nt = Nm \times R \rightarrow R = Nt / Nm = 16 / 800 = 1 / 50$

8-Couple du tambour Ct

Cm : couple moteur ou couple utile (entrée réducteur)

Ct : couple du tambour (en sortie du réducteur)

$Ct = (Cm / R) \rightarrow Ct = 83,6 / 1/50 = 4180 \text{ N.m}$