

COURS DU SOIR COLLÈGE & LYCÉE

CPAV "Centre Pratique Audio-Visuel"

11, place de 16 novembre (Immeuble GOETH Institut) - Casablanca - 20000

Tél : 05 22 22 15 17 [EZ@CPAV](mailto:ez@cpav.ma)

علوم المهندس (ناقل الطاقة) ل: "ت.ك"؛ "ت.م" و "ع.ر" Usine d'incinération de déchets

2.1- Introduction : (Voir Fig.a)

L'incinération est une technique de traitement de déchets (exemple : ordures ménagères), elle permet la récupération d'énergie (électricité et chaleur) et de matériaux utilisés dans les travaux publics. La combustion se fait à une température supérieure à 850°C dans des fours spécialement conçus à cet effet (Fig.a).

Grâce à la chaleur dégagée, l'eau est transformée dans une chaudière en vapeur sous pression. Cette vapeur sert à produire soit de l'énergie électrique grâce à un turbo-alternateur soit de l'énergie thermique pour chauffer des bâtiments.

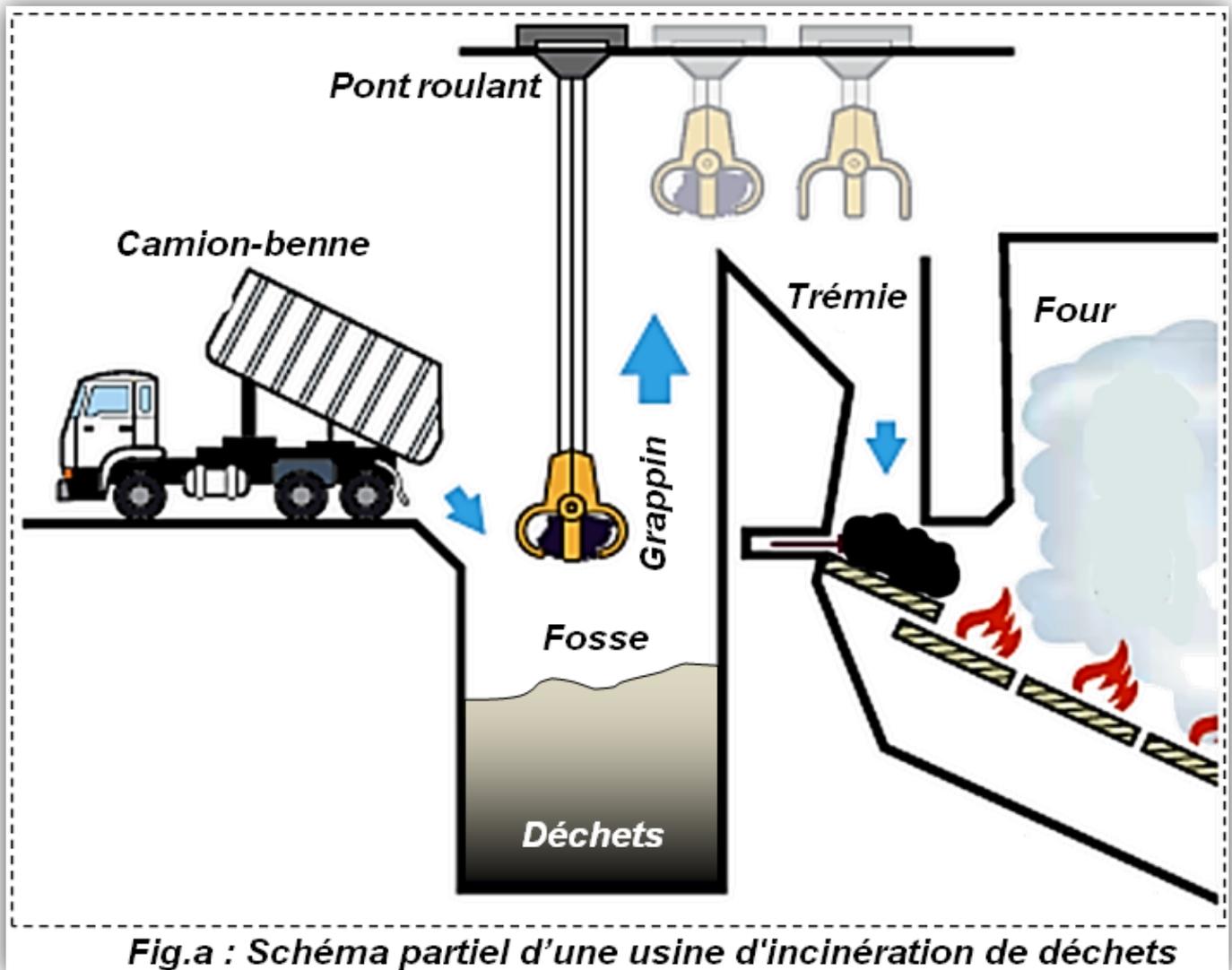


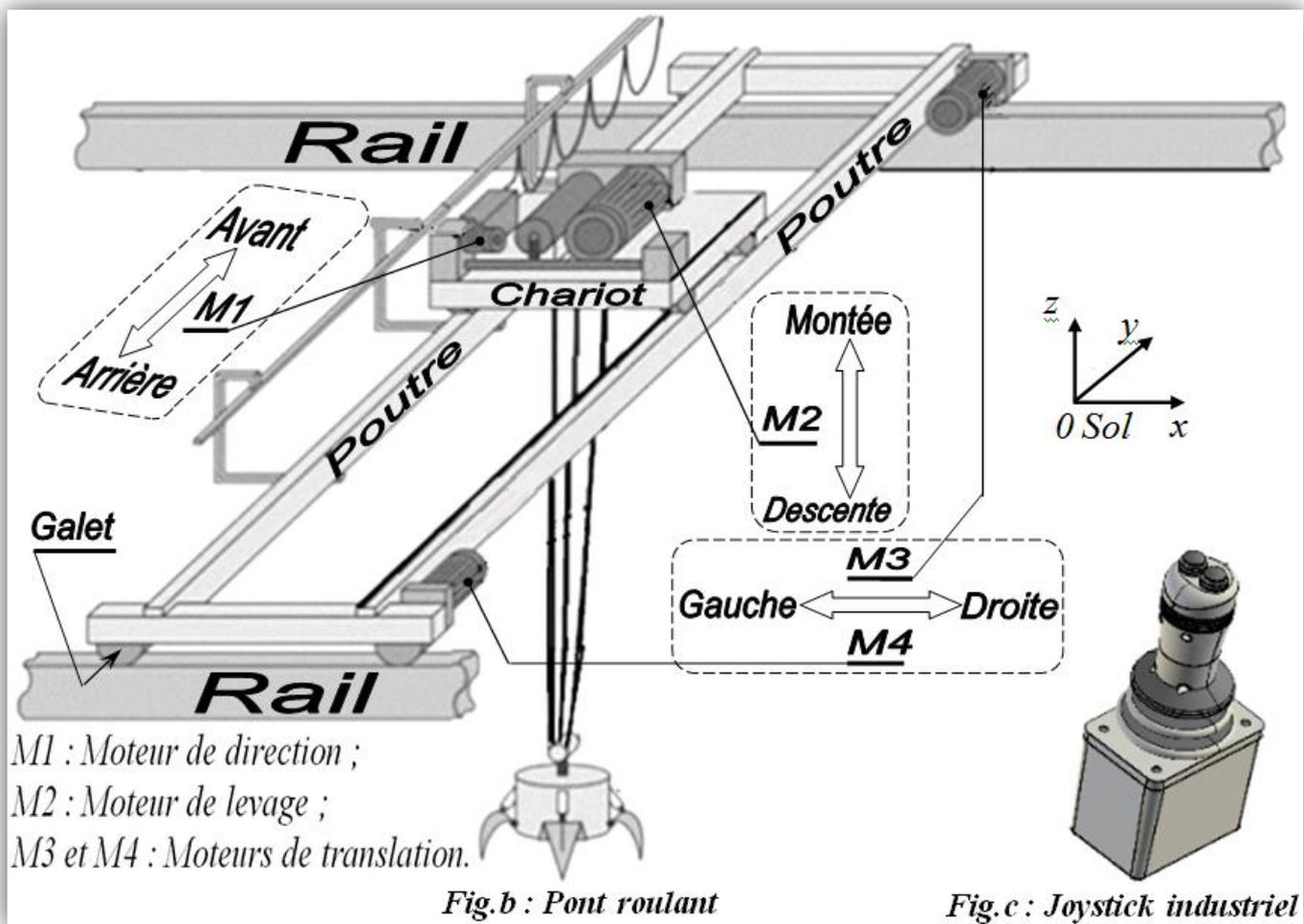
Fig.a : Schéma partiel d'une usine d'incinération de déchets

Les déchets sont déversés dans une fosse de réception et de stockage. Un grappin saisit ces déchets et les déverse dans une trémie puis ils sont dirigés vers le four où ils seront brûlés.

L'épreuve porte sur le pont roulant qui permet d'alimenter la trémie en déchets (STE ; STM ; SM-B-)

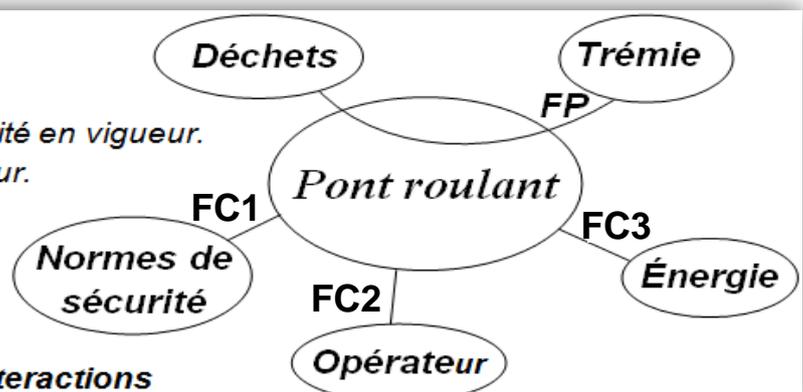
2.2- Description du pont roulant : (Voir [Fig.b](#))

- Un **Automate Programmable Industriel (API)** gère le système ;
- Alimentation par des contacteurs de ligne **KM1 ; KM2 ; KM3 ; KM4**.
- Réglage des consignes vitesses par le capteur de force.
- Les moteurs **M1, M2, M3** et **M4** sont associés à des **variateurs de vitesse** et à des **réducteurs** et sont munis de **freins à manque de courant**.
- Le moteur de direction **M1** déplace le chariot vers l'avant ou vers l'arrière (**l'axe y**) ;
- Le moteur de levage **M2** permet la descente ou la montée du grappin (**l'axe z**) ;
- Les moteurs de translation **M3** et **M4** déplacent le pont vers la gauche ou vers la droite (**l'axe x**).
- Un afficheur sept segments affiche la vitesse de rotation des moteurs **M3** et **M4**.
- La commande du pont roulant se fait par l'opérateur grâce à deux joysticks industriels (Voir [Fig.c](#)).
- Un pupitre de commande (interface homme /machine) informe l'opérateur sur l'état du système.

**2.3- diagramme des interactions :** (Voir [Fig.d](#)).

Définition des fonctions de service.

- **FC1** : Respecter les normes de sécurité en vigueur.
- **FC2** : Être manœuvré par un opérateur.
- **FC3** : Être alimenté en énergie.



تجارين الدعم للثانية بكالوريا - سنة 2018/2017 - مادة: علوم المهندس فرع "تأقل الحركة"
 شعبة العلوم و التكنولوجيا: مسلك العلوم : (ت ك.) و (ت م.) و (ع م.) "الموضوع"

الصفحة
 03/13

Moto-réducteur-frein (M2) :

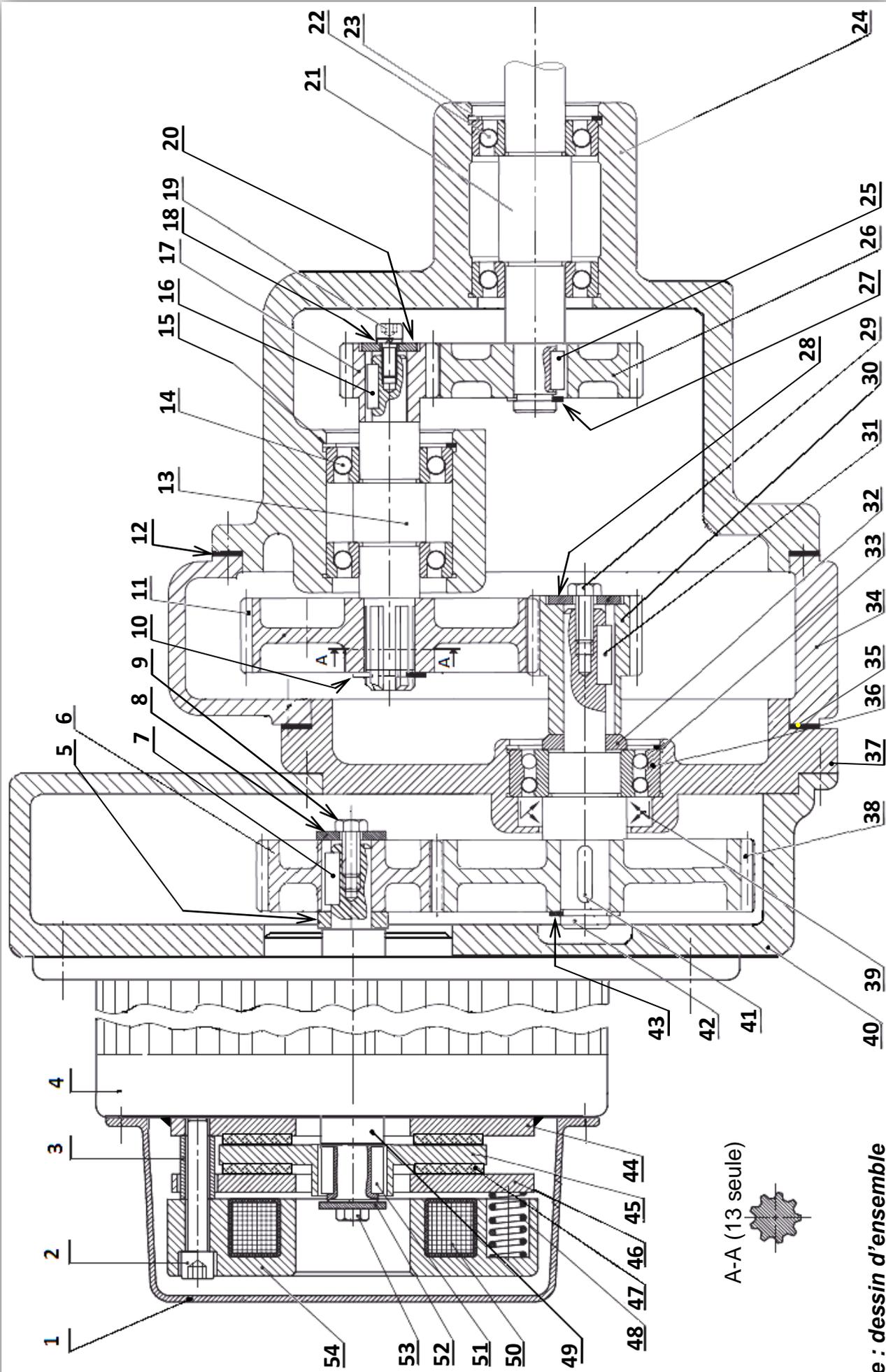
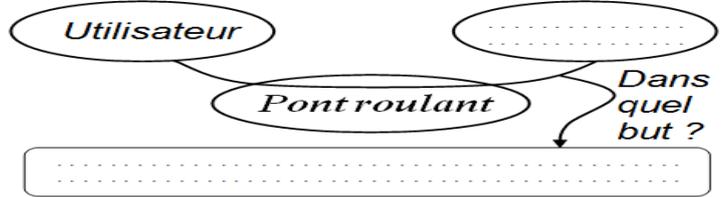


Fig.e : dessin d'ensemble

Analyse fonctionnelle

On désire analyser le système, vérifier quelques caractéristiques du moto-réducteur-frein chargé de déplacer le grappin suivant l'axe Z et proposer des solutions qui permettent un fonctionnement correct du système.

A qui rend-il service ? Sur qui (quoi) agit-il ?



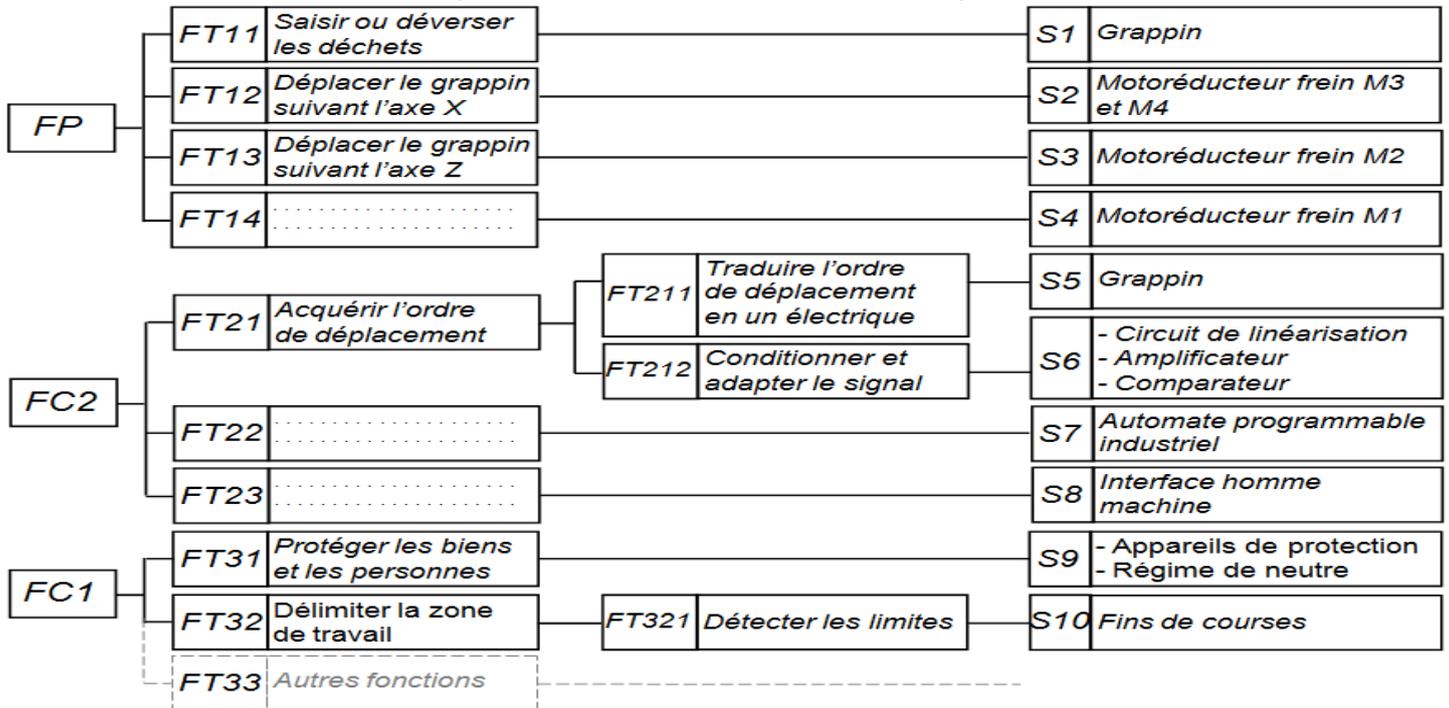
Tâche 1 : Expression du besoin

1- Compléter

le diagramme « bête à cornes »

Tâche 2 : Définition des fonctions de services

2- Préciser les fonctions techniques FT14, FT22 et FT23 du FAST partiel ci-dessous.



À partir du diagramme des interactions (Fig.d, page 2/13) :

3- Qu'appelle-t-on les fonctions FC1, FC2 et FC3 ?

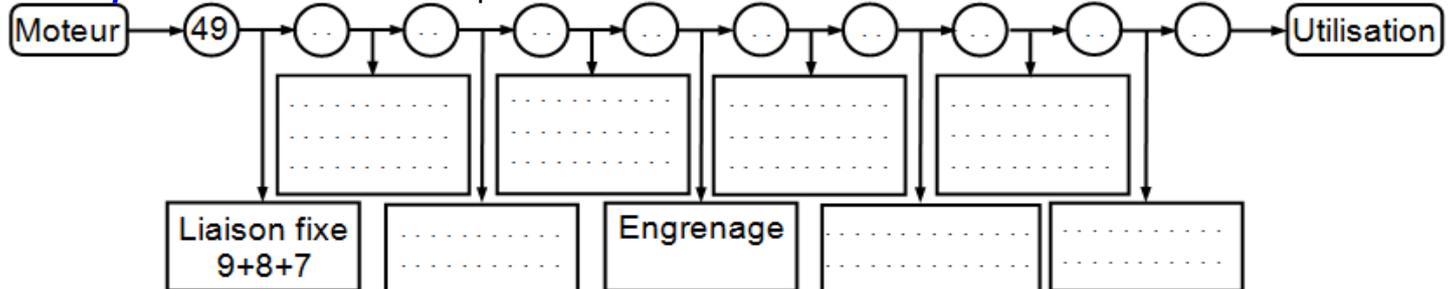
Étude du moto-réducteur-frein

Tâche 3 : Analyse et compréhension du moto-réducteur-frein (Fig.e, page 3/13)

Le moteur de levage M2 est équipé d'un frein à manque de courant.

En se référant au dessin d'ensemble du moto-réducteur-frein (Fig.e, page 3/13) :

4- Compléter la chaîne cinématique du moto-réducteur-frein :



5- En cercler les pièces qui sont animées d'un mouvement de rotation en cas de fonctionnement.

(Nota : BI : Bague Intérieure ; BE : Bague Extérieure des roulements)

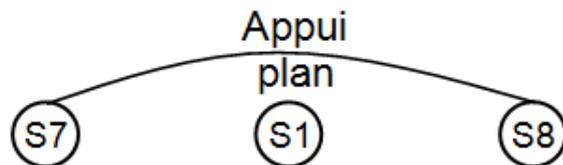
4	5	6	7	9	10	11	12	13	BI14	15	16	17	18	19	20	23	25	26
27	28	29	30	31	32	33	34	35	BE36	38	39	40	46	48	49	50	51	54

6- Compléter le tableau suivant :

Pièce	Nom	Fonction
2
4
5
6
7
8
9
10
12
14
15
18
27
36
41
47
48
50
53

7- Compléter les classes d'équivalences suivantes : Utiliser toutes les pièces du mécanisme
(Nota : *BI* : Bague Intérieure ; *BE* : Bague Extérieure des roulements)

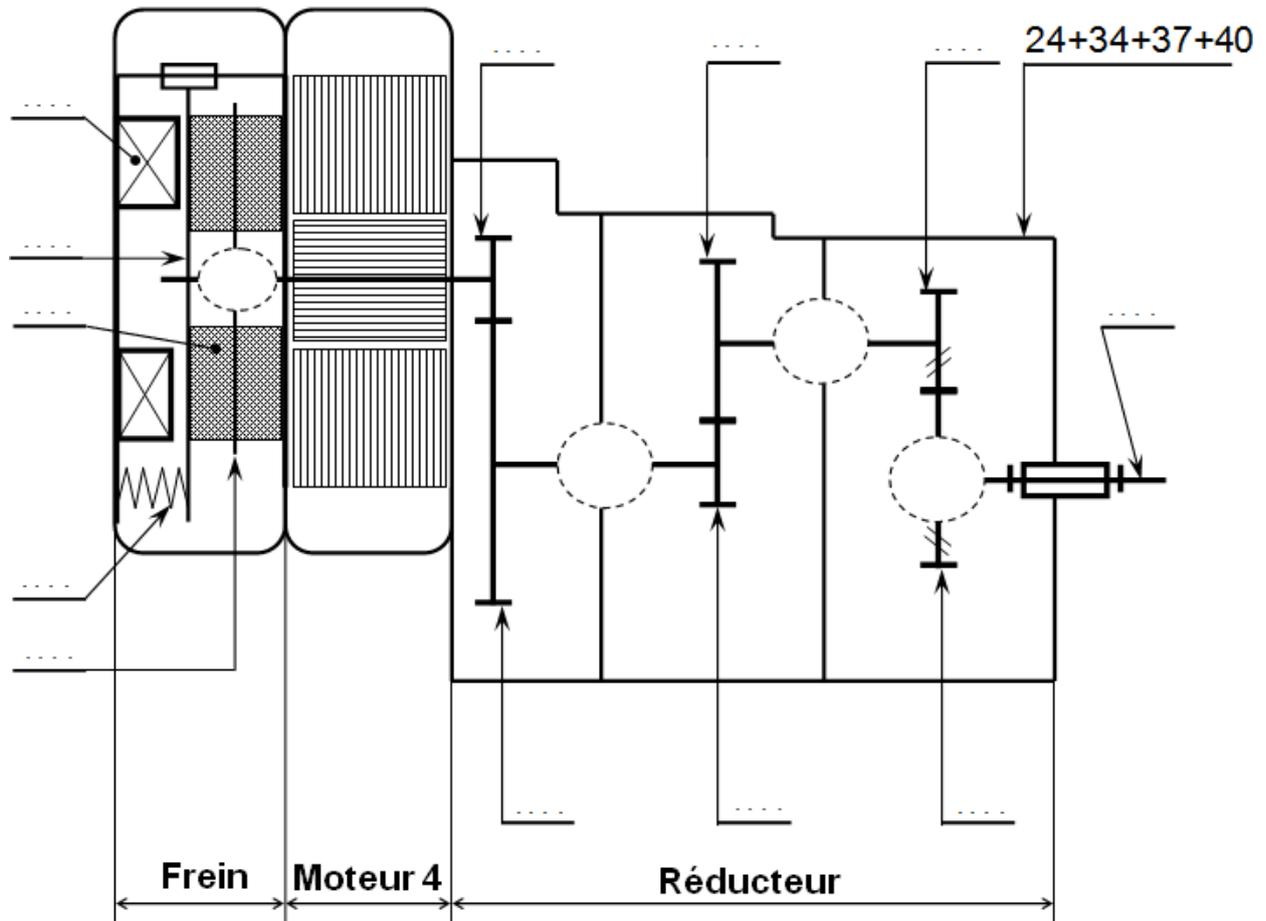
- S1 = {1 ;
S2 = {5 ;
S3 = {10 ;
S4 = {21 ;
S5 = {28 ;
S6 = {45 ;
S7 = {46 ;
S8 = {48 ;



7- Compléter le graphe des liaisons suivant :



9- Compléter le schéma cinématique et les repères des pièces.



- 10- Le Guidage en rotation de ce mécanisme est réaliser par les roulements 14 ; 22 et 36, **Est-ce** un montage à arbre ou à alésage tournant
- 11- **Quelles sont** les bagues montées serrées (extérieures ou intérieures)
- 12- **Donner** le type d'ajustement entre les portées de roulements et l'arbre 13 ?
- 13- **Donner** le type d'ajustement entre les portées de roulement et l'alésage 24 ?

Étude du frein à manque de courant

14- **Compléter** le fonctionnement du frein à manque de courant par les mots proposés ci-dessous :
Débloqué ; tension ; 46 ; mono-disques ; couple de freinage ; vis CHc 2 ; entrefer ; ressorts

Les freins à ressorts à manque de courant sont des freins à deux faces de friction.

En l'absence de aux bornes de l'inducteur (bobines), les exercent une pression sur le disque d'armature mobile Celle-ci vient bloquer le rotor et ainsi créer un

Avec la tension sur l'inducteur (bobines), le frein est par l'action d'un champ électromagnétique. En position défreinée, un (jeu) existe entre le disque d'armature mobile 46 et la garniture 47.

Sur ce type de frein, le couple de freinage peut être modifié à l'aide de la

15- **Quel est** l'intérêt de l'utilisation d'un frein à manque de courant?

16- **Quel est** le rôle des **trois** ressorts **48** (disposés à **120** degrés) ?

17- **Indiquer** le nombre **n** de surfaces de contact du frein.

18- Sachant que : L'expression du couple de freinage est la suivante $C_f = n \cdot F_p \cdot f \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2}$:

Avec : - F_p : L'effort presseur produit par les **trois** ressorts sur le disque **46** ;
L'effort exercé par **un** ressort est **F = 350 N** ;

- f : Le coefficient de frottement entre 44 ; 45+47 et 46 est **f = 0,65** ;

- Les rayons des surfaces de contact des disques sont les suivants :

Grand rayon **R = 294 mm** ; Petit rayon **r = 138 mm**.

Calculer le couple de freinage **C_f** (N.m) exercé par le frein.

19- **Citer** deux éléments sur lesquels on doit changer (agir) pour modifier le couple de freinage.

20- **Comment peut-on faire** varier la valeur limite de l'effort presseur F_p ?

Étude du réducteur de vitesse

Le réducteur utilisé se compose de **trois** étages d'engrenages.

(Voir le dessin d'ensemble et schéma cinématique de la question 9-)

21- **Quelle est** la condition d'engrènement de l'engrenage droit à dentures droites :

22- **Quelle est** la condition d'engrènement de l'engrenage droit à dentures hélicoïdales :

23- **Mettre** une croix dans la réponse juste : (Voir schéma cinématique de la question 9-):

	Hélice de la denture	
	Droite	Gauche
Pignon 17		
Roue 26		

24- **Compléter** le tableau des engrenages :

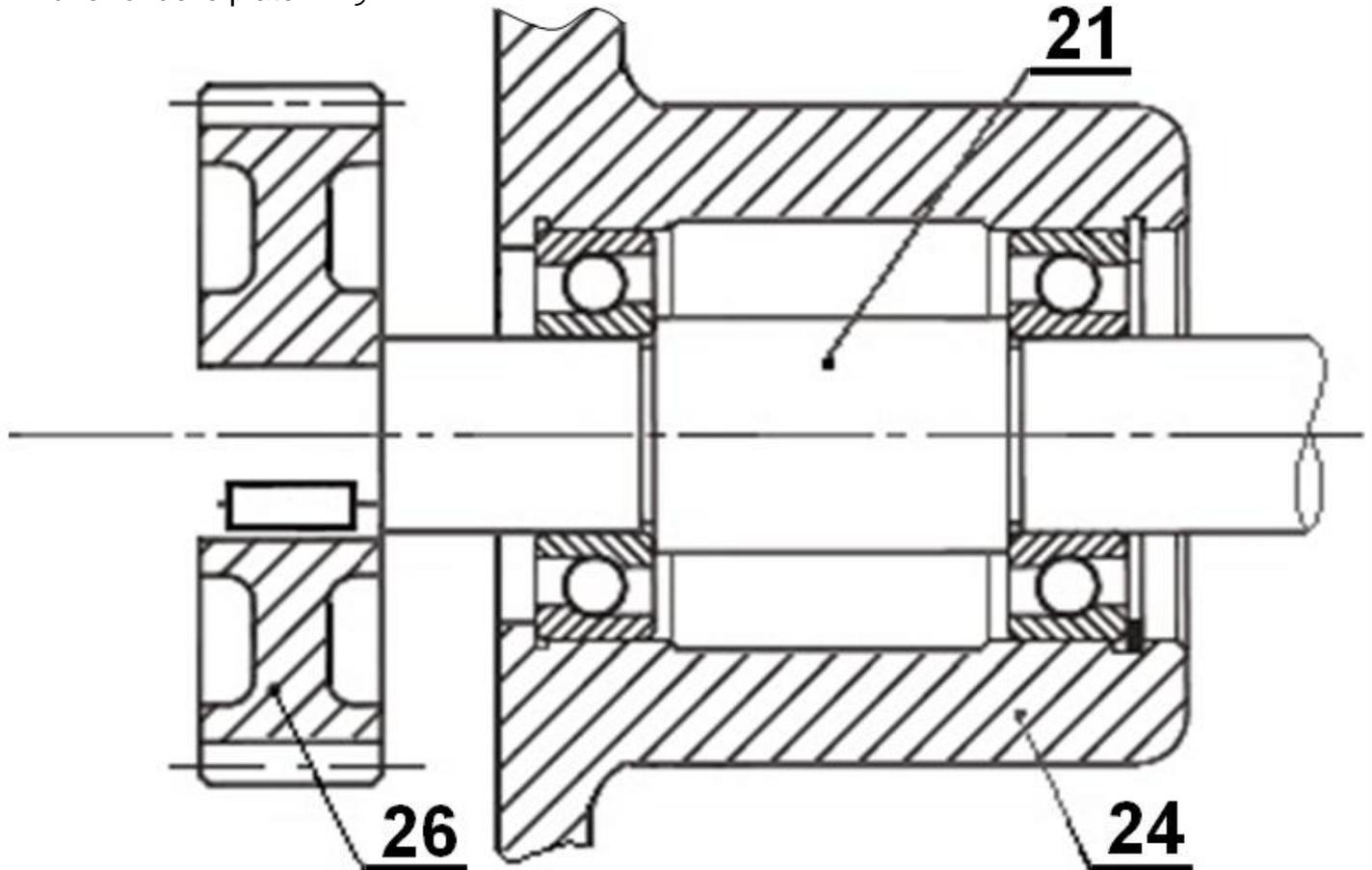
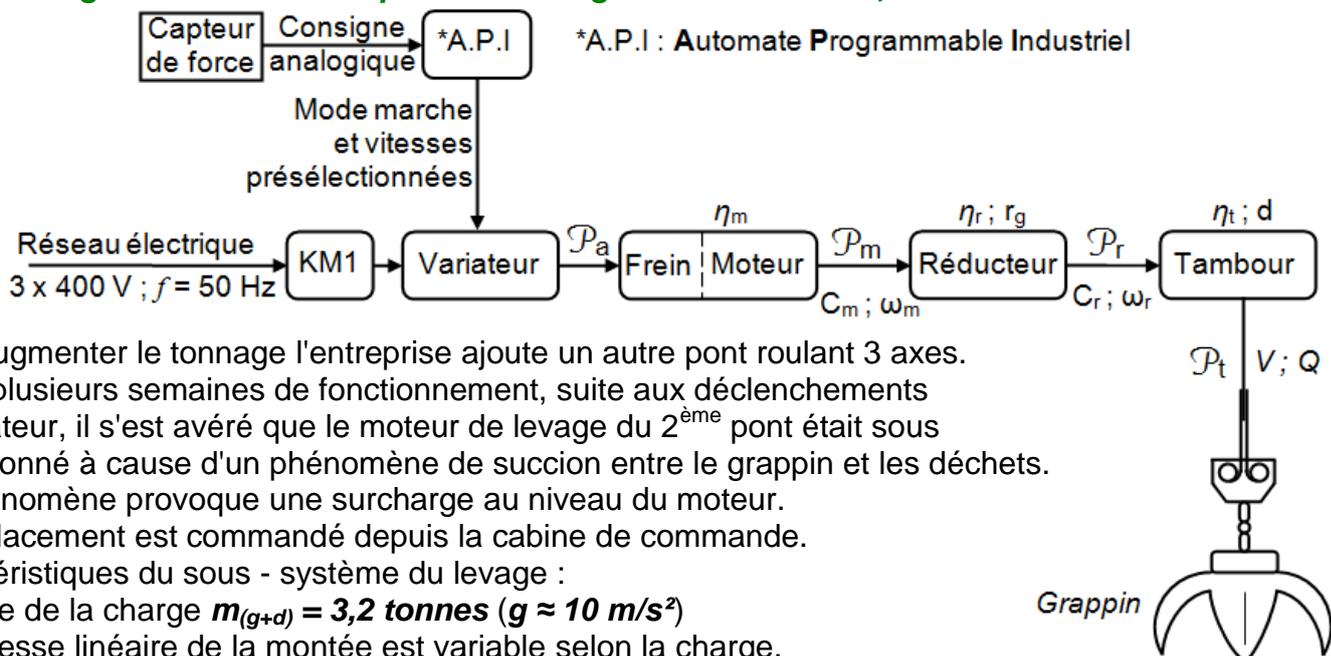
Engrenages droit à dentures droites								Fréquence d'entrée	Fréquence de sortie
Pièces	Module "m"	Nombre de dents "Z"	Diamètre primitif "d"	Entraxe "a"	Rapport de transmission "r"	Fréquence d'entrée	Fréquence de sortie		
6	1,5 mm	.....	30 mm	90 mm	$r_1 = \dots\dots\dots$	1452 tr/min	.....	
38	.....	.....	.....			
11	.....	105 dents	.....	.....	$r_2 = \dots\dots\dots$	.....	.....
30	1,5 mm	35 dents	.....					
Engrenages droit à dentures hélicoïdales									
Pièces	"m _n "	"β"	"m _t "	"Z"	"d"	"a"	"r"	Fréquence d'entrée	Fréquence de sortie
17	.....	48,189°	.....	.....	39	.....	$r_3 = \dots\dots\dots$	.....	.....
26	2	.....	.....	32	.....			

25- **Déduire** le rapport de réduction global r_g de ce réducteur.

26- **Déduire** la vitesse de rotation N_t du tambour solidaire de l'arbre 21.

Tâche 5 : Travail graphique

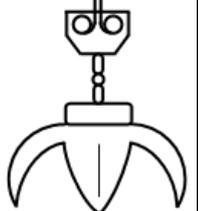
La roue **26** est maintenue en position sur l'arbre **21** par un anneau élastique **27** (Circlips); suite à une anomalie de fonctionnement, le constructeur envisage de remplacer cet anneau élastique par :- un écrou hexagonal ;
- une rondelle Grower ;
- une rondelle plate. } **27- Représenter** la nouvelle solution en respectant les règles de dessin.

**Tâche 4 : Augmentation de la capacité de levage de 2 tonnes à 3,2 tonnes**

Pour augmenter le tonnage l'entreprise ajoute un autre pont roulant 3 axes.
Après plusieurs semaines de fonctionnement, suite aux déclenchements du variateur, il s'est avéré que le moteur de levage du 2^{ème} pont était sous dimensionné à cause d'un phénomène de succion entre le grappin et les déchets.
Ce phénomène provoque une surcharge au niveau du moteur.
Le déplacement est commandé depuis la cabine de commande.
Caractéristiques du sous - système du levage :

- ♦ Masse de la charge $m_{(g+d)} = 3,2 \text{ tonnes}$ ($g \approx 10 \text{ m/s}^2$)
- ♦ La vitesse linéaire de la montée est variable selon la charge.
 - Vitesse de la charge inférieure ou égale à 3,2 tonnes : $v_1 = 140 \text{ m/min}$
 - Vitesse de la charge supérieure à 3,2 tonnes : $v_2 = 80 \text{ m/min}$
- ♦ Tambour : diamètre du tambour $d = 111 \text{ cm}$, rendement $\eta_t = 0,97$

Grappin



♦ Réducteur : rendement $\eta_r = 0,72$; rapport de réduction $r_g = 0,03$

Schéma de puissance du variateur commandant le moteur de levage :

- ♦ Alimentation par contacteur de ligne KM1.
- ♦ Réglage des consignes vitesses par le capteur de force.
- ♦ Résistance de freinage de valeur de **7,5 ohms - 20 kW**
- ♦ Alimentations et protections nécessaires.

Suite à un problème de sous dimensionnement, on vous demande de choisir le moteur de levage commandant le 2^{ème} pont.

28- Compléter le tableau ci-dessous afin de déterminer les différentes vitesses.

	Formule	Application numérique	Résultat
Vitesse N_{r1} en sortie du réducteur pour une charge $\leq 3,2$ tonnes
Vitesse N_{r2} en sortie du réducteur pour une charge $> 3,2$ tonnes
Vitesse N_{m1} du moteur pour une charge $\leq 3,2$ tonnes
Vitesse N_{m2} du moteur pour une charge $> 3,2$ tonnes

29- Calculer la force $\|\vec{F}\|$ (N) de levage exercée par le tambour sur une charge de $m_{(g+d)} = 3,2$ tonnes.

.....

Pour la suite **travailler** pour une charge $\leq 3,2$ tonnes

30- Calculer la puissance \mathcal{P}_t (W) nécessaire pour soulever la charge.

.....

31- Déterminer le travail w_t (J) du (grappin + déchets) en 2 min.

.....

32- Déterminer la hauteur h (m) de levage en 2 min.

.....

33- Calculer la puissance \mathcal{P}_r (W) développé par le réducteur.

.....

34- Déterminer le couple C_m (N.m) que le moteur **M2** doit fournir.

.....

35- Ce frein **est-il** convenable ? **Justifier** votre réponse.

.....

36- Calculer la puissance \mathcal{P}_m développé par le moteur **M2** ; si $N_m = 1400$ tr/min.

.....

Moteurs asynchrones triphasés fermés 4 pôles

IP 55 - 50 Hz - Classe F - 230 V Δ / 400 V Y - S1

Type	Puissance Nominale à 50 Hz	Vitesse nominale	Couple nominal	Intensité nominale	Facteur de puissance	Rendement	Courant démarrage / Courant nominal	Masse
	P_N (kW)	N_N (min ⁻¹)	C_N (N.m)	I_N (400V) (A)	$\cos \varphi$	η (%)	I_D / I_N	IM B3 (kg)
LS 160 MP	11	1456	72.2	21.1	0.85	88.4	7.7	70
LS 160 LR	15	1456	98.8	28.8	0.84	89.4	8.3	78
LS 180 MT	18.5	1456	121	35.2	0.84	90.3	7.6	100
LS 180 LR	22	1456	144	41.7	0.84	90.7	7.9	112
LS 200 LT	30	1460	196	56.3	0.84	91.5	6.6	165
LS 225 ST	37	1468	241	68.7	0.84	92.5	6.3	205
LS 225 MR	45	1468	293	83.3	0.84	92.8	6.3	235
LS 250 MP	55	1480	355	101	0.84	93.6	7.1	340
LS 280 SP	75	1482	483	137	0.84	94.2	7.3	445
LS 280 MP	90	1482	580	164	0.84	94.4	7.6	495
LS 315 SP	110	1484	708	197	0.85	94.8	7	670
LS 315 MP	132	1484	849	236	0.85	95	7.6	750
LS 315 MR	160	1484	1030	286	0.85	95	7.7	845

Moteurs asynchrones triphasés fermés 6 pôles

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

Type	Puissance Nominale à 50 Hz	Vitesse nominale	Couple nominal	Intensité nominale	Facteur de puissance	Rendement	Courant démarrage / Courant nominal	Masse
	P_N (kW)	N_N (min ⁻¹)	C_N (N.m)	I_N (400V) (A)	$\cos \varphi$	η (%)	I_D / I_N	IM B3 (kg)
LS 160 L	11	967	108.7	23.3	0.79	86.3	4.6	105
LS 180 L	15	972	147.4	30.1	0.81	88.7	6.8	135
LS 200 LT	18.5	970	182.2	37.0	0.81	89.0	6.4	160
LS 200 L	22	972	216.2	42.6	0.81	89.9	6.0	190
LS 225 MR	30	968	296	59.5	0.81	89.9	6.0	235
LS 250 MP	37	977	361.8	73	0.81	90.9	6.9	340
LS 280 SP	45	983	437.4	85	0.83	92.3	6.2	405
LS 280 MP	55	983	534.6	103	0.83	92.6	6.4	480
LS 315 SP	75	982	729.7	141	0.82	93.7	7.7	660
LS 315 MP	90	982	875.6	165	0.84	93.6	6.8	760
LS 315 MR	110	978	1074.6	197	0.86	93.8	7.0	850

37- Donner la référence du moteur à installer.

38- Chercher les caractéristiques du moteur et compléter le tableau suivant.

Tension	.....	Facteur de puissance	.....
Puissance nominale	.....	Couple nominal	.....
Vitesse nominale	.....	I_D / I_N	.....
Rendement	.....	C_D / C_N	2,6

39- Calculer l'intensité absorbée par ce moteur. (Donner le résultat avec 3 chiffres après la virgule)

.....

40- Calculer le courant de démarrage du moteur.

.....

41- Calculer le couple de démarrage du moteur.

Afficheur de vitesse

Tâche 6 :

Pour une bonne stabilité du grappin de **1 tonne** et des charges (déchets) de **2,2 tonnes** lors du déplacement suivant "x" (problème de basculement), la vitesse **V** de translation ne doit pas dépasser **100 m/min** qui correspond à une fréquence de rotation $N_{m3} = N_{m4} = 2161 \text{ tr/min}$ des moteurs **M3** et **M4**. Cette vitesse est réglée par la valeur numérique $N_{(2)}$ à l'entrée du CNA.

Le choix de la vitesse de rotation se fait par le module convertisseur numérique analogique CNA. Ce module de 8 bits génère une tension variable comprise entre 0 et 10,2 volts continue.

On envisage d'afficher cette vitesse de rotation à l'aide d'un afficheur sept segments.

Schéma fonctionnel du système d'affichage de la vitesse de rotation des moteurs **M3** et **M4**.

La liaison entre les différentes unités est assurée par des câbles (bus).

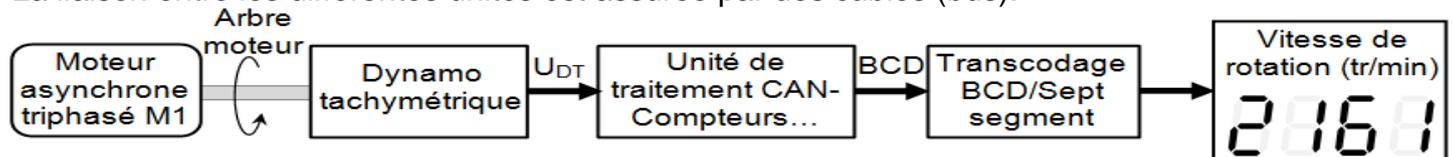
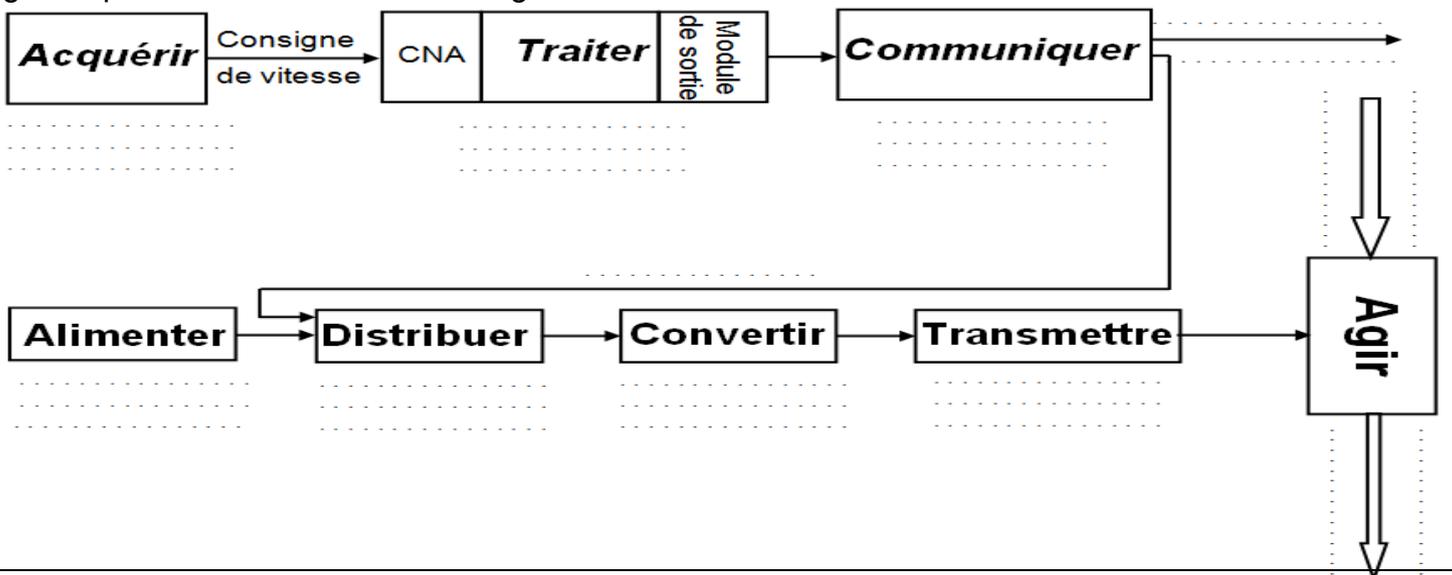


Table de vérité de l'afficheur 7 segments

Nomination des segments	Affichage segments	Variables d'entrée				Variables de sorties : Segments						
		W	X	Y	Z	a	b	c	d	e	f	g
	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
	2	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1
	3	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1
	4	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
	5	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
	6	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1
	7	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
	8	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
	9	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1

A ce propos on vous demande de répondre aux questions suivantes :

42- Compléter, en se basant sur les données ci-dessus, les éléments assurant les fonctions génériques dans les chaînes d'énergie et d'information du module de translation verticale :



43- Compléter le tableau de **Karnaugh** des variables de sorties (a ; b ; c ; d ; e ; f ; g) de l'afficheur puis déduire son équation.

(a)

		W.X			
		00	01	11	10
Y.Z	00			Φ	
	01			Φ	
	11			Φ	Φ
	10			Φ	Φ
a =					

(b)

		W.X			
		00	01	11	10
Y.Z	00			Φ	
	01			Φ	
	11			Φ	Φ
	10			Φ	Φ
b =					

(c)

		W.X			
		00	01	11	10
Y.Z	00			Φ	
	01			Φ	
	11			Φ	Φ
	10			Φ	Φ
c =					

(d)

		W.X			
		00	01	11	10
Y.Z	00			Φ	
	01			Φ	
	11			Φ	Φ
	10			Φ	Φ
d =					

(e)

		W.X			
		00	01	11	10
Y.Z	00			Φ	
	01			Φ	
	11			Φ	Φ
	10			Φ	Φ
e =					

(f)

		W.X			
		00	01	11	10
Y.Z	00			Φ	
	01			Φ	
	11			Φ	Φ
	10			Φ	Φ
f =					

(g)

		W.X			
		00	01	11	10
Y.Z	00			Φ	
	01			Φ	
	11			Φ	Φ
	10			Φ	Φ
g =					

IMP ou IMPLICATION	$\frac{a}{b} \geq 1 \rightarrow S = \bar{a} + b$	$\frac{a}{b} \rightarrow S = \bar{a} + b$
OU EXCLUSIF (xor)	$\frac{a}{b} = 1 \rightarrow S = a \cdot \bar{b} + \bar{a} \cdot b$ $S = a \oplus b$	$\frac{a}{b} \rightarrow S = a \oplus b$
ET INCLUSIF ou NON OU EXCLUSIF (xnor)	$\frac{a}{b} = 1 \rightarrow S = a \otimes b$ $S = a \cdot b + \bar{a} \cdot \bar{b}$	$\frac{a}{b} \rightarrow S = a \otimes b$ $S = a \cdot b + \bar{a} \cdot \bar{b}$

44- Traduire l'équation des segments «b ; e» en logigramme.

45- Calculer la valeur de la tension U_{DT} en (V) délivrée par la dynamo tachymétrique DT pour la vitesse de rotation $N_{m3} = N_{m4} = 2161$ tr/min, avec $K_e = 7.10^{-3}$ V/(tr/min) est la constante de la f.é.m.de la dynamo tachymétrique DT.

46- Compléter le tableau suivant par l'identification de la fonction des éléments et préciser par leur appartenance dans la chaîne fonctionnelle :

Nom de l'élément	Fonction assurée	Chaîne information	Chaîne énergie
Variateur de vitesse électrique	Distribuer	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Moteur Asynchrone 3~	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dynamo Tachymétrique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Codeur incrémental	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Automate programmable	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Distributeur hydraulique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vérin hydraulique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

47- Compléter les colonnes de la nature des entrées et des sorties par : (F = Faux) ou (V = Vrai)

	La nature des entrées		La nature des sorties	
	Tout ou Rien (TOR)	Analogique	TOR	Analogique
Variateur de vitesse élec.
Codeur incrémental
Automate programmable

48- Compléter le tableau par le nom et en mettant une croix pour préciser le groupe de la fonction spécifique pour chaque composant :

Repère	Nom du composant	Fonctions spécifiques			
		Groupe pompage	Groupe conditionnement	Groupe commande	Groupe récepteur
1					
2 ; 9					
3					
5					
6					
7+10					
8					
11					

