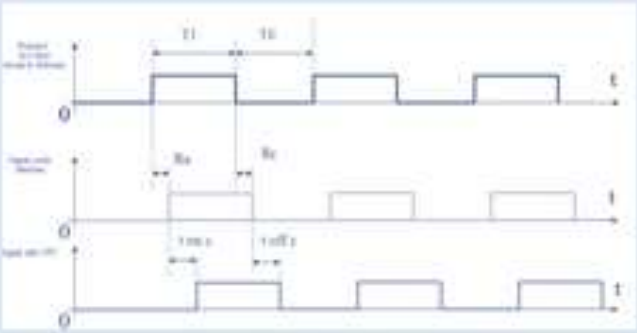
Expérimenter

Chaine d'information

Communication et information

Les codeurs



AC@NDSF 2021-V2 S2

1. LES CODEURS 3

1.1. Codeur incrémental 3

1.2. Les codeurs absolus 4

2. LA TECHNOLOGIE UTILISEE 5

2.1. Codeur linéaire : 5

2.2. Codeur circulaire 5

2.3. Codage 6

3. CHOISIR UN CODEUR 7

3.1. Codeur incrémental 7

3.2. Codeur absolu 8

4. EXERCICES 9

4.1. Capteur de vitesse 9

4.2. Débitmètre à turbine 9

4.3. Anémomètre 9

4.4. Machine pour découper des câbles 10

4.4.1. Partie 1 11

4.4.2. Partie 2 11

4.5. Poste de pesée de bloc vulcanisant 12

4.5.1. Introduction 12

4.5.2. Schéma de la chaine cinématique du transporteur à chaine 13

4.5.3. Objectif 1 : Valider le choix du moto réducteur 13

4.5.4. Objectif 2 : Valider le choix du codeur absolu 15

4.6. Cage d'ascenseur 17

4.6.1. Présentation 17

4.6.2. Données 18

4.6.3. Objectif : Valider le choix d'un codeur absolu 18

4.6.4. Données et hypothèses 18

5. ELEMENTS DE CORRECTION 20

5.1. Machine pour découper des câbles 20

5.1.1. Partie 1 20

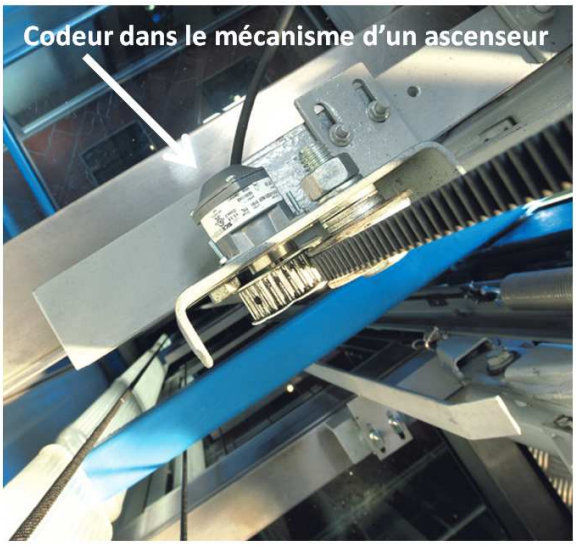
5.1.2. Partie 2 21

5.2. Poste de pesée de bloc vulcanisant **22**
5.2.1. Préambule 22
5.2.2. Objectif 2 24

5.3. Cage d'ascenseur **26**

1. Les codeurs

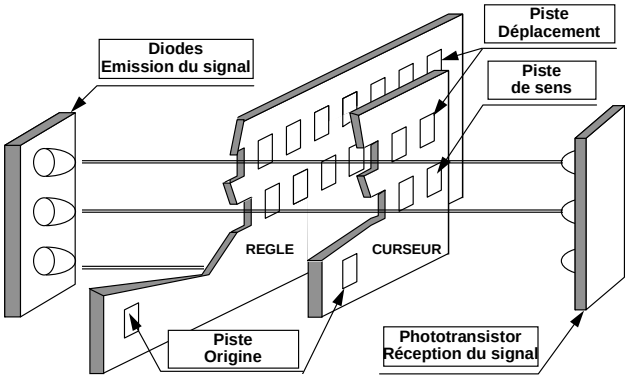
Ils permettent de connaitre la position d'un mécanisme lors de son déplacement. Ils sont dans la chaine d'information, il transforme un déplacement (rotation ou translation) en informations numériques. Le codeur est un capteur de déplacement.
Il existe deux types de codeurs, les codeurs incrémentaux et les codeurs absolus.

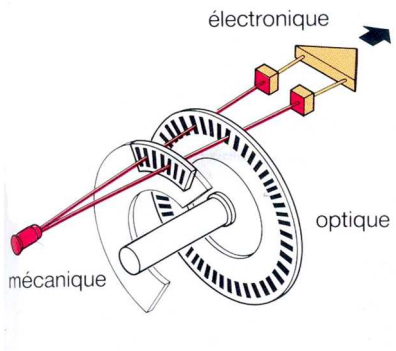


Codeurs linéaires

Codeurs circulaires

1.1. Codeur incrémental





Ce type de codeur comporte de une à trois pistes (circulaire ou linéaire) composée de divisions opaques et transparentes à espacements réguliers.
Afin de déterminer le sens on joint une deuxième piste décalée de 1/4 de pas et une troisième peut éventuellement servir à la mise à zéro ou au comptage du nombre de tour.

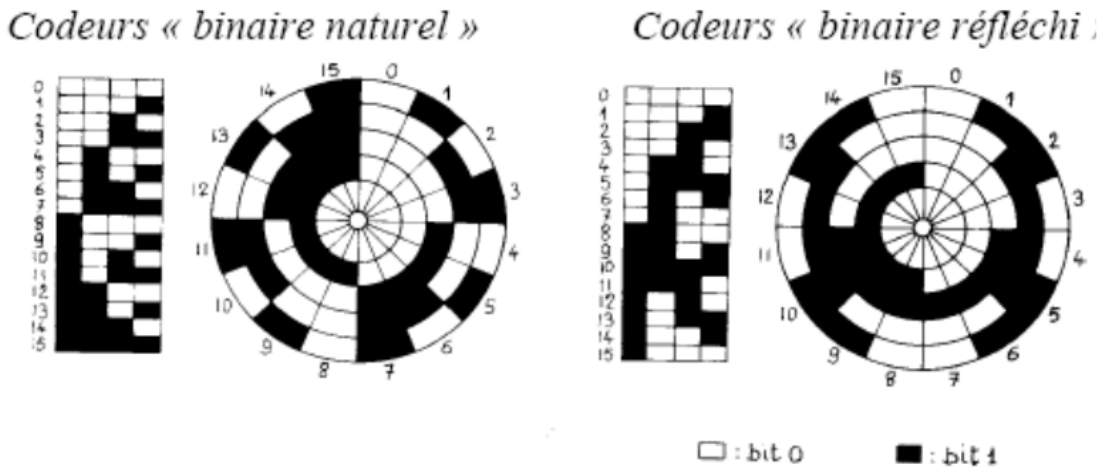
Un curseur est positionné face à la règle et possède le même nombre de pistes, on joint à l'ensemble règle/curseur un couple optoélectronique par piste permettant ainsi le comptage et décomptage des informations.

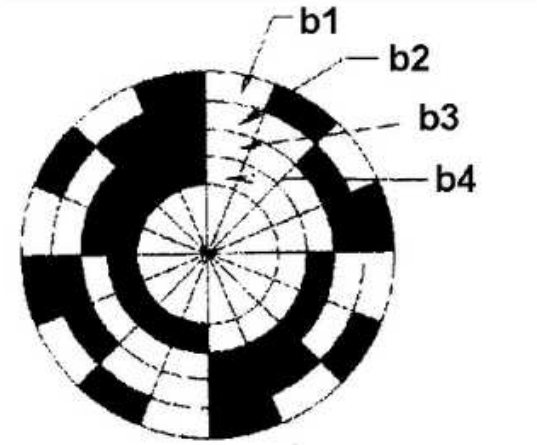
1.2.Les codeurs absolus

Les codeurs absolus conservent l'origine du déplacement hors alimentation. Ce type de codeur est divisé en N surfaces égales dans lesquelles est matérialisé le codage binaire. Le signal est utilisable directement par un calculateur. Chaque piste possède son couple optoélectronique.

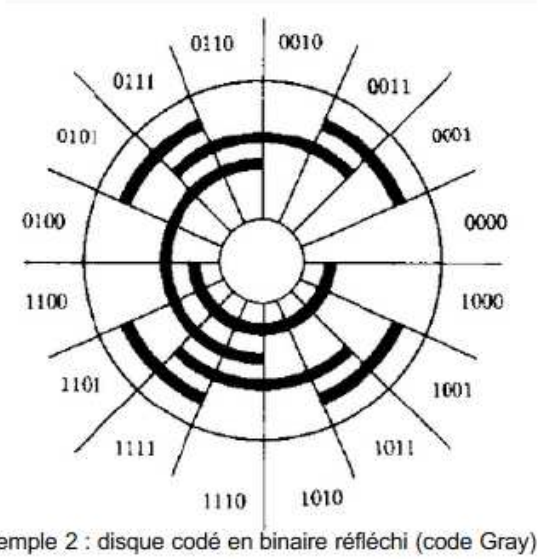
L'inconvénient est que ce type de codage influe directement sur plusieurs critères (bits) d'où d'éventuelles erreurs de lecture.

Il existe plusieurs types de codes :
- le binaire naturel,
- le binaire décimal (BCD),
- le binaire réfléchi (Code Gray),
- le binaire décimal réfléchi (BDR).





Exemple 1 : disque codé en binaire naturel

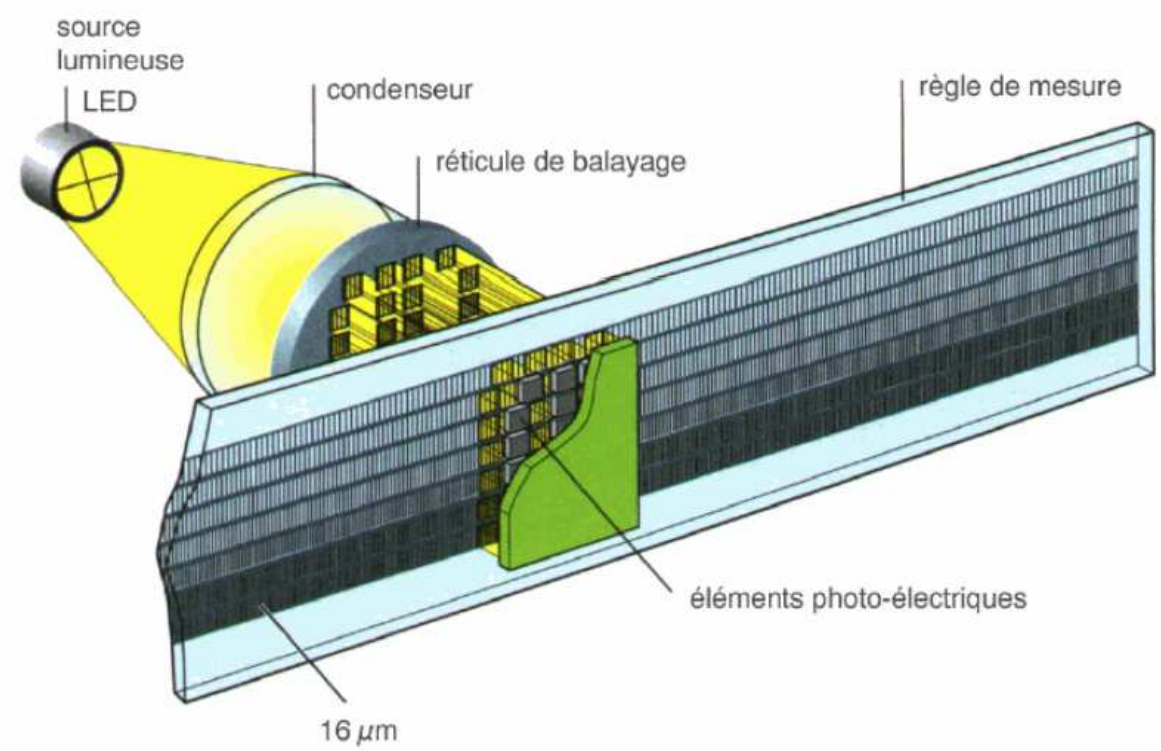


Exemple 2 : disque codé en binaire réfléchi (code Gray)

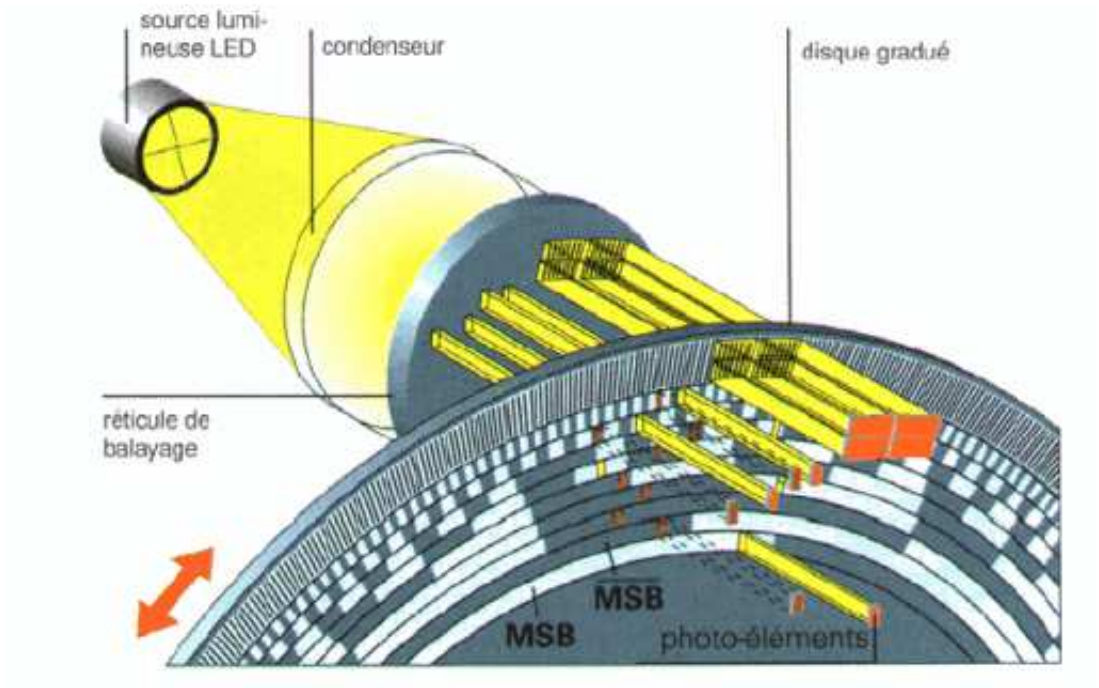
2. La technologie utilisée

Un codeur absolu délivre en permanence **un code qui est l'image** de la position réelle du mobile à contrôler Une source lumineuse est dirigée vers les pistes gravées et des récepteurs situés en face envoient les informations (0 ou 1).

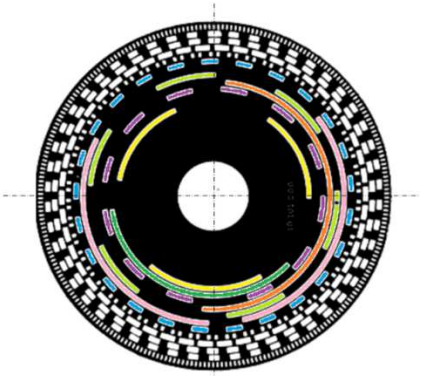
2.1. Codeur linéaire :

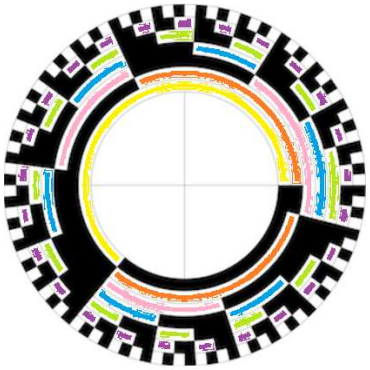


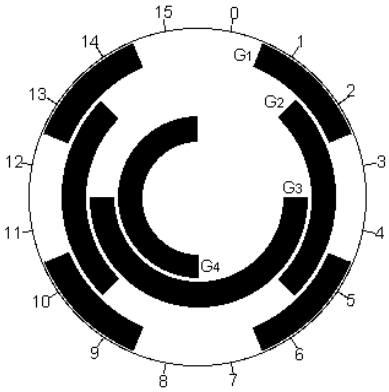
2.2. Codeur circulaire



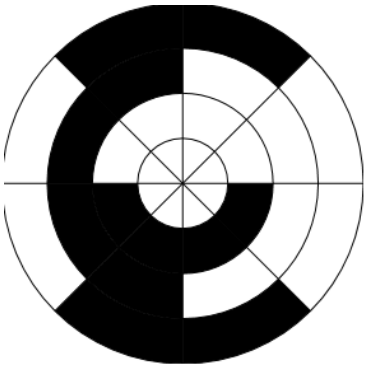
2.3. Codage







Code Gray
16 positions en 4 bits



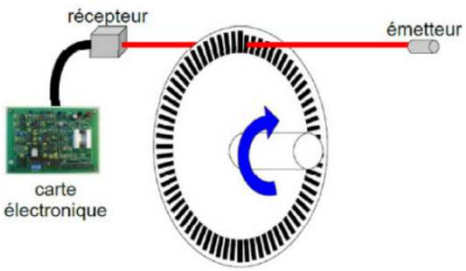
Code Gray
8 positions en 3 bits

Le disque comporte « N » pistes concentriques divisées en segments égaux. Chaque piste est représentative d'un bit. La piste intérieure est composée d'une moitié opaque et d'une moitié transparente permet de déterminer dans quel demi-tour se situe le codeur. La piste suivante est divisée en quatre quarts alternativement opaques et transparents.
La lecture de cette piste combinée avec la précédente permet de déterminer le quart de tour.
La première piste est la piste MSB « Most Significant Bit » = bit de poids le plus fort.
La dernière piste, la plus extérieure, est la piste LSB « Least Significant Bit » = bit de poids le plus faible.
C'est elle qui donne la précision finale du codeur appelée résolution.
Si on appelle N le nombre de pistes. Le nombre de positions codées sur un tour du disque sera 2N. Le codeur a une résolution de 2N points par tour.
La lecture simultanée de toutes les pistes (informations binaires) nous donne un code binaire représentatif de la position du disque du codeur dans le tour.
Le code binaire délivré par le codeur comporte autant de bits qu'il y a de pistes sur le disque soit N bits.
Le câblage du codeur mobilisera donc N entrées du système de traitement (voies parallèles).

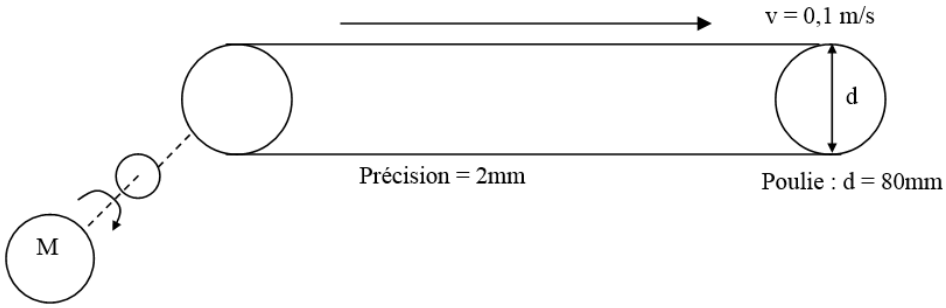
3. Choisir un codeur

3.1. Codeur incrémental

Soit un tapis de manutention de pièces motorisé, nous souhaitons acquérir la position des pièces avec un *codeur incrémentale* en respectant les caractéristiques suivantes :



- La vitesse du tapis : 0,1 m/s
- Le diamètre des poulies : 80 mm
- Précision désirée : 2 mm



La résolution du codeur est : $Rs_{Codeur} = \dfrac{L}{p}$

- **L : Longueur de déplacement pour un tour de codeur**
- **p : Précision désirée**
- **Rs : Résolution du codeur en périodes par tour**

A.N. : $Rs_{Codeur} = \dfrac{\pi \times d}{p} = \dfrac{\pi \times 80}{2} \approx 125{,}66.\,périodes/\,tour$

La fréquence maximale de comptage est : $f_{Maxi} = S \times Rs_{Codeur}$

- **S : Vitesse de rotation en tour par seconde**
- **f_{max} : Fréquence de comptage maximum en hertz**
- **Rs : Résolution du codeur en périodes par tour**

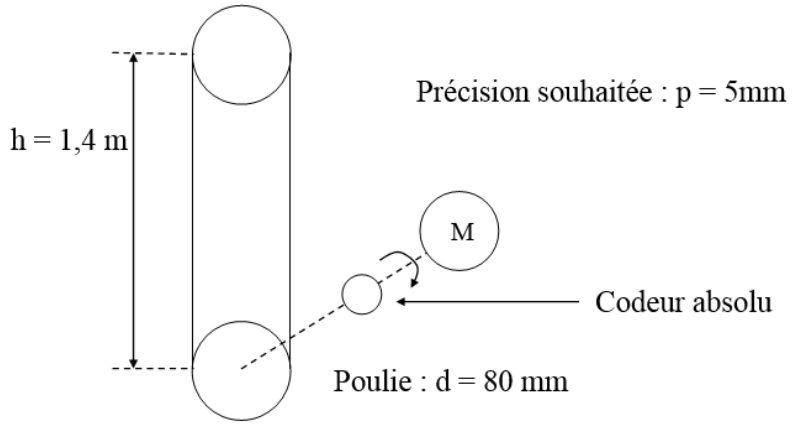
A.N. : $f_{Maxi} = S \times Rs_{Codeur} = \dfrac{V}{d \times \pi} \times Rs_{Codeur} = \dfrac{100}{80 \times \pi} \times \dfrac{80 \times \pi}{2} = 50.Hz$

Il faut donc un codeur qui permette une résolution de 126 périodes par tour et une fréquence de transmission inférieure à 50 hertz.

3.2.Codeur absolu

Dans le développement d'un ascenseur d'une chaine de manutention de pièces, nous souhaitons intégrer *un codeur absolu* en respectant les caractéristiques suivantes :

- La vitesse de l'ascenseur : 0,1 m/s
- Le diamètre des poulies : 80 mm
- Précision désirée : 5 mm
- La hauteur d'élévation h : 1,4 mètre



La résolution du codeur est : $Rn_{Codeur} = \frac{L}{p}$

- L : Longueur de déplacement pour un tour de codeur
- p : Précision désirée
- Rn : Résolution du codeur en point par tour

A.N. : $R_{Codeur} = \frac{\pi \times d}{p} = \frac{\pi \times 80}{5} \approx 50{,}26.points/tour$

Détermination du nombre de tour effectué : $N_{Codeur} = \frac{h}{L}$

L : Longueur de déplacement pour un tour de codeur en mètre
h : Déplacement total désiré en mètre
N_{Codeur} : Nombre de tour du codeur

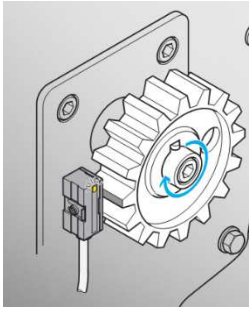
A.N. : $N_{Codeur} = \frac{h}{L} = \frac{1{,}4}{\pi \times 80 \times 10^{-3}} \approx 5{,}57.tour$

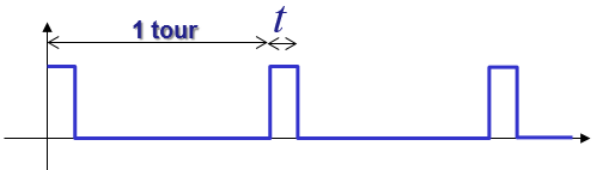
Il faut choisir un codeur multi tour de 51 points par tour de résolution et de 5,6 tours minimum.

4. Exercices

4.1. Capteur de vitesse

Choisir et justifier le type de détecteur adapté pour déterminer la fréquence de rotation. Une dent de la roue dentée est équipée d'un aimant.
La fréquence de rotation est de 3000 tr/min.
Déterminer le temps d'une impulsion.





4.2. Débitmètre à turbine

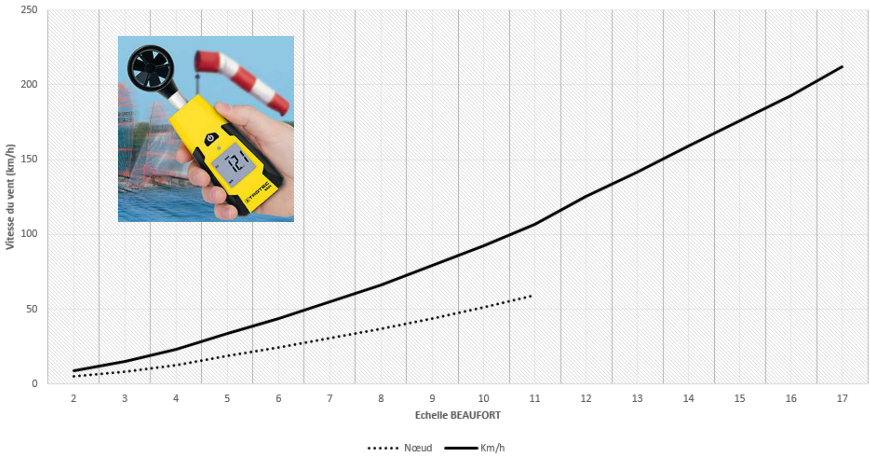
Il délivre 500 impulsions par litre. La fréquence du signal obtenu permet de déterminer le débit du fluide en litre par seconde. La fréquence du signal est de 200Hz.

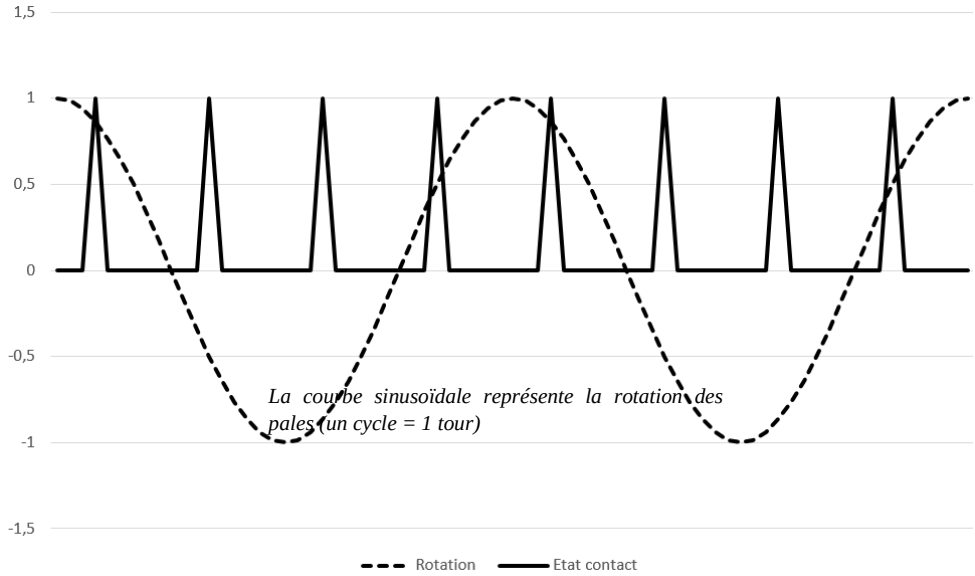
Calculer le débit du fluide.
Calculer le nombre d'impulsions délivrées par le débitmètre lors du remplissage d'une citerne de 4000 litres et **déterminer** le temps de remplissage de la citerne.

4.3. Anémomètre

Afin de mesurer la vitesse du vent, on utilise un anémomètre.

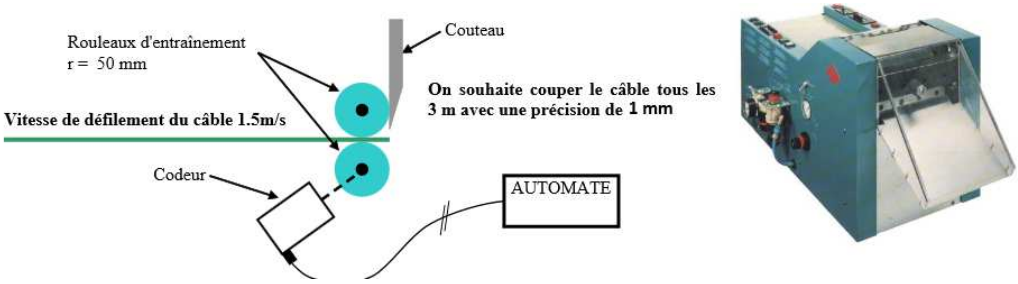
Fonctionnement : Dans la partie fixe (stator), capteur est un ILS. Dans la partie tournante (rotor), des aimants sont mis en place face à face ce qui provoque la fermeture du contact 4 fois par tour. La relation entre la vitesse de rotation de l'anémomètre « S » en tr/min et la vitesse du vent « V » en km/h est :
S = 0,3 x V





- Calculer la vitesse du vent si le contact se ferme 1 fois par seconde.
- Calculer la vitesse du vent si la fréquence du signal du capteur est de 2 Hz.
- Pour cette valeur, donner la valeur de cette vitesse en Nœud et en « force » sur l'échelle Beaufort.

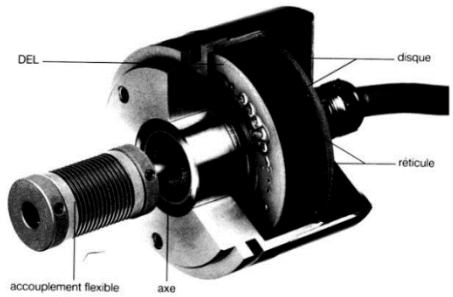
4.4.Machine pour découper des câbles

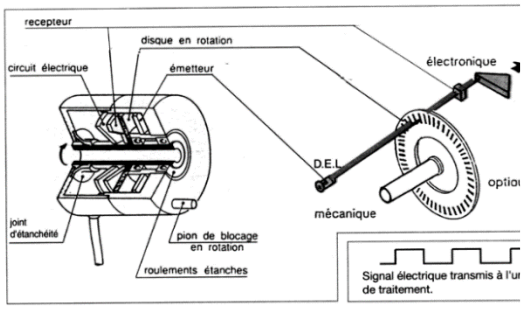


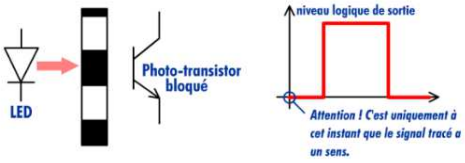
Extrait du cahier des charges :

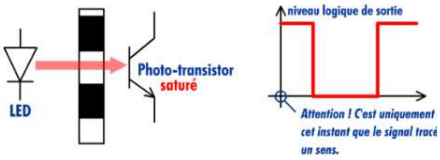
Fonction	Critères	Niveaux	Flexibilité
FP1 Couper un câble	Vitesse du câble Longueur du câble Rouleau d'entrainement	1,5m/s ±1% 3 m ±0,05 50 mm ±0,1	1 1 0

Un codeur optique est lié mécaniquement à un arbre qui l'entraîne, son axe fait tourner un disque qui comporte une succession de parties opaques et transparentes ("fenêtres"). Une lumière émise par des LED traverse ou est arrêtée par les fenêtres du disque, créant un signal logique sur des photorécepteurs (photo diodes, photo transistors).
Ce signal peut alors être exploité électroniquement par une unité de traitement numérique.









4.4.1. Partie 1

Afin d'effectuer un choix de composant, il faut évaluer les caractéristiques minimum pour répondre aux éléments du cahier des charges :

- Déterminer le nombre de tour des rouleaux d'entrainement effectué pour délivrer une longueur de câble de 3 m.
- Déterminer la fréquence de rotation en tr/min des rouleaux d'entraînement pour garantir la vitesse de défilement.
- Combien de temps faut-il pour délivrer une longueur de câble de 3 m ?
- Combien faut-il d'impulsions minimum pour respecter le cahier des charges

4.4.2. Partie 2

Pour la suite, on prendra le codeur ci-dessous :

Diam. arbres	8 mm
Diam. bride	37 mm
Commutation de sortie	Push-pull
Résolution	360 impulsior
Alim.	10 - 30 V/DC
Fabricant N°	8.3700.1642.
Référence	3700
Modèle	axe plein
Régime max.	6000 tr/min
Connexion	Câble rond P

Codeur incrémental 3700 / 3720
Description
Le codeur incrémental série 3700 à capteur optique constitue une solution particulièrement compacte et économique. Son boîtier en matière plastique renforcée de fibre de carbone est exceptionnellement robuste et résistant.
Fonctionnalités

- Départ de câble Tube Tech® à résistance de traction extrêmement élevée
- Grâce à son indice de protection IP67, ce codeur incrémental convient aussi pour une utilisation en extérieur.

- Quel sera le nombre d'impulsions fournies par le codeur pour une longueur de câble de 3 m ?
- Calculer la fréquence des signaux émis par le codeur.
- En fonction des caractéristiques du codeur choisi, déterminer la précision réelle de la coupe.
- Vérifier que le codeur proposé est conforme au cahier des charges

4.5.Poste de pesée de bloc vulcanisant

http://www.crdp-montpellier.fr/ressources/examens/consultation/sujets.aspx?choixsuj=4002550100E00102N1U01100N

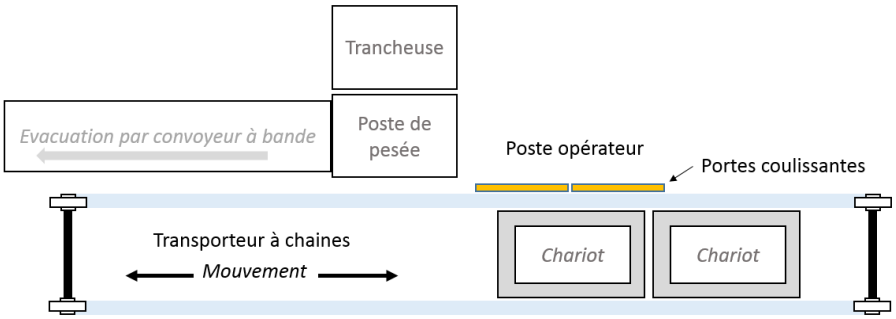
4.5.1. Introduction

La réalisation de la gomme pour pneumatique nécessite le mélange de différents produits. Le poste opérateur étudié permet de préparer une partie de ce mélange.

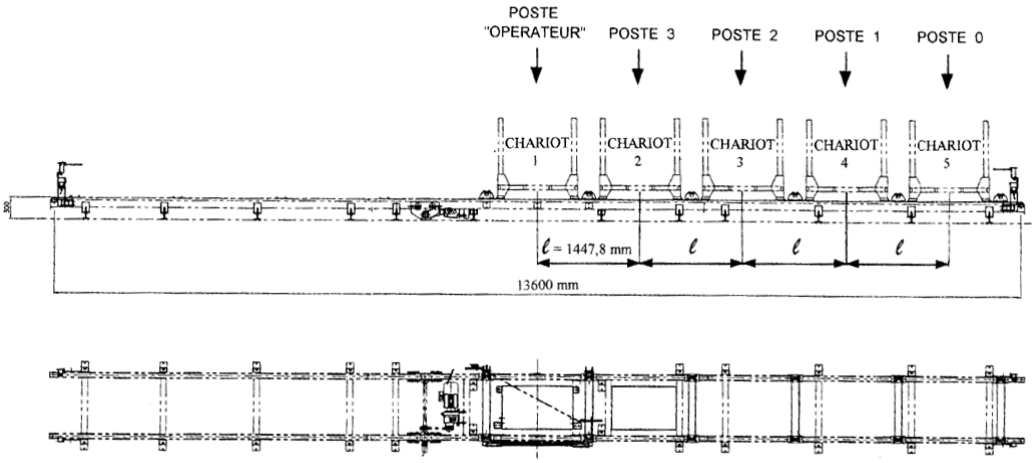
Principe de fonctionnement

Des blocs volcanisant de natures différentes sont chargés sur cinq chariots. Le déplacement des chariots est obtenu par **un transporteur à chaine** (photo ci-contre) entrainé par un moto réducteur.

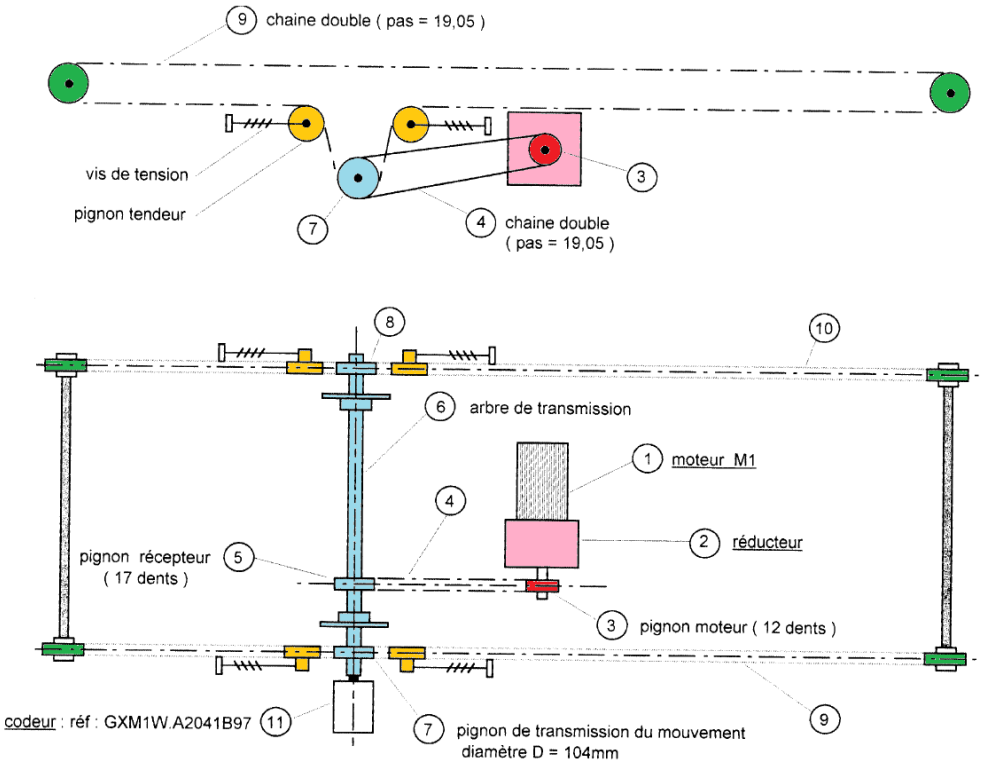
Le schéma ci-dessous présente la structure simplifiée du poste de travail.



<u>Dimensions du transporteur à chaine :</u>



4.5.2. Schéma de la chaine cinématique du transporteur à chaine



Le motoréducteur (1-2) entraine le pignon (3). La chaine (4) assure la transmission du mouvement entre le pignon moteur (3) et le pignon récepteur (5). L'arbre (6), solidaire du pignon (5), supporte deux pignons de transmission du mouvement (7-8) qui autorisent un déplacement des chaines (9-10) à gauche et à droite, en fonction du sens de rotation du moteur M1. Les pignons (5-7-8) ont les mêmes caractéristiques.

Le dimensionnement du moteur M1 doit répondre à deux contraintes :
Le temps de déplacement d'un chariot, entre deux postes consécutifs, doit être inférieur ou égal à 10 secondes.
L'ensemble « transporteur à chaines + chariots » correspond à un couple résistant C2 en sortie du motoréducteur de 450 Nm (mesuré expérimentalement).

4.5.3. Objectif 1 : Valider le choix du moto réducteur

- Calculer la vitesse linéaire minimale $V_{Chariot}$ en m/s des chariots afin de respecter la contrainte de vitesse.
- Calculer la vitesse angulaire du pignon 7, $\omega_{7/1}$ en rad/s
- Calculer la vitesse angulaire du pignon 3, $\omega_{3/1}$ en rad/s
- Calculer la vitesse de rotation du pignon 3, $S_{3/1}$ en tr/min
- Calculer la puissance de sortie
- Effectuer un choix de moteur dans la gamme LSES en considérant que le rendement global du système est η=0,85
- Calculer le rapport de transmission du réducteur associé.

– En exploitant les ressources documentaires, valider le moteur LSES 100 équipé d'un réducteur 2401 dans la gamme Multibloc 2000.

– Vérifier les conditions de vitesse et de couple avec les caractéristiques validées.

Type	RÉSEAU 400 V 50 Hz															
	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	$I_{N\,(400V)}$	Cos φ			η			Id / In	Md/Mn	M_M/Mn	J	IM B3	LP
	kW	min^{-1}	N.m	A	4/4	3/4	2/4	4/4	3/4	2/4				kg.m²	kg	db(A)
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	0,75	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	14,6	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	19,9	6,5	0,78	0,72	0,58	85,5	86,7	86,4	7,1	3,0	4,1	0,00665	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	0,76	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	1469	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	0,86	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 315 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

* Echauffement classe F

Réducteur Multibloc 2000

		7 à 275 min^{-1}														
		Moteurs LS IM B14 ou IM B5 CEI, puissance kW														
		0,18	0,25	0,37	0,55	0,75	0,9	1,1	1,5	1,8	2,2	3	4	5,5	7,5	9
		Type moteur triphasé LS 4 pôles et hauteur d'axe														
		71				80		90			100		112		132	
Vitesse de sortie min^{-1}	Réduction exacte	*Type moteur triphasé 8 pôles et hauteur d'axe*														
		80		*90*		*100*		*100*	*112*		*132*					
7	*100*		*2301*	*2401*				*2601*								
8,8	*80*	*2201*		*2301*	*2401*	*2501*		*2501*								
11,7	*60*										*2601*					
14,3	100			2301	2401[3] >											
17,9	80										2601					
23,8	60	3101														
28,6	50															
31,8	45															
35,8	40															
47,7	30						2301		2401		2501		2601			
56,1	25,5[2]															
71,5	20[2]		3101[4]			2201[5]		<								
95,3	15[2]					<		<								
124,3	11,5[2]					<	<	<	<		<	<				
138,8	10,3[2]					<	<	<	<		2301[6] <	<	2401		2501[7] <	2601[8] <
195,9	7,33[2]					<	<	<	<	<	<	<			<	<
275	5,2										<	<	<			
Moteurs freins[1] LS B14 CEI ou B5		Type moteur frein triphasé 4 pôles LS et hauteur d'axe														
FCR J02		71				80		90			100					
FCO		71				80		90			100		112		132	
FAST		71				80		90								
FAP		71		71		80		90	90	90	100	100	112	132	132	
		Type moteur frein triphasé 8 pôles LS et hauteur d'axe														
FCR J02		*80*		*90*		*100*		*100*								
FCO		*80*		*90*		*100*		*100*	*112*		*132*					
FAP		*80*		*90*		*100*		*100*	*112*		*132*					

4.5.4. Objectif 2 : Valider le choix du codeur absolu

La position des chariots est transmise à un automate par un codeur absolu BaumerIVO GXM1W A2041B97. L'axe du codeur est monté en bout d'arbre et tourne à la même vitesse que les pignons 5 et 7.

- A l'aide du document technique relatif au codeur, décoder la référence GXM1W A2041B97
- Calculer la résolution du codeur, en nombre de points par tour pour une précision de déplacement désirée de 0,35 mm. Le résultat sera donné au point supérieur.
- En vous appuyant sur les dimensions fournies, calculer le nombre de tour effectué par le codeur pour le déplacement maxi du transporteur (passage du chariot 5 du poste 0 au poste opérateur).
- Considérant qu'un tour de codeur correspond au déplacement linéaire des chariots, calculer la distance « d » parcourue par le chariot 3, entre sa position d'origine et le poste opérateur.
- Calculer le nombre de tours effectués par le codeur pour ce déplacement
- Calculer le nombre de points N délivré par le codeur pour cette rotation
- La position « Origine codeur » correspond au positionnement du chariot 1 au poste opérateur. Pour cette position, le code délivré par le codeur absolu est :

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	*14*	*13*	*12*	*11*	*10*	*9*	*8*	*7*	*6*	*5*	*4*	*3*	*2*	*1*	*0*

- Déterminer le code délivré lorsque le chariot 3 se trouve au poste opérateur.

Codeur absolu à sorties parallèles

Axe sortant - Bride standard ou bride synchro

Codeur multitour 12 bits ST / 12 bits MT

GXM1W

GXM1W avec bride standard

Points forts

- Codeur multitour à détection optique / Parallèle
- Résolution: 12 bits monotour et 12 bits multitour
- Bride standard ou bride synchro
- Sorties collecteur ouvert NPN ou PNP protégées contre les courts-circuits
- Code Gray, binaire ou BCD
- Fonction ENABLE
- Positionnement électrique à une valeur de Preset

Caractéristiques électriques	
Plage d'alimentation	10...30 VDC
Protection contre les courts-circuits	Oui
Consommation à vide	≤50 mA (24 VDC)
Temps d'initialisation	50 ms après mise sous tension
Interface	24 sorties parallèles
Points par tour	4096 / 12 bits
Nombre de tours	4096 / 12 bits
Précision	±0,03 °
Code	Programmable en Gray, binaire ou BCD
Sens d'évolution du code	CW/CCW, sélection par une entrée électrique
Entrées	ZERO, V/$\overline{R}$, $\overline{ENABLE}$ $\overline{STORE}$
Etage de sortie	Collecteur ouvert PNP ou NPN
Choc	DIN EN 61000-6-2
Emission	DIN EN 61000-6-4
Fonction Diagnostic	Auto test Evolution du code Défaut multitour
Conformité	Certification UL / E63076

Caractéristiques mécaniques	
Boîtier	ø58 mm
Axe	ø10 mm et bride standard ø6 mm et bride synchro
Bride	Standard ou synchro
Protection	IP 54 sans joint IP 65 avec joint d'étanchéité
Vitesse de rotation	≤10000 t/mn
Couple	≤0,015 Nm IP 54 ≤0,03 Nm IP 65
Moment d'inertie	20 gcm²
Charge	≤20 N axial ≤40 N radial
Matière	Boîtier : acier Bride : aluminium
Température d'utilisation	-25...+70 °C
Humidité relative	95% sans condensation
Résistance	DIN EN 60068-2-6 Vibration 10 g, 16-2000 Hz DIN EN 60068-2-27 Choc 200 g, 6 ms
Poids	600 g
Raccordement	Câble 1 m avec connecteur mâle Sub-D 37 points

Références de commande

Exécution
- 0 Axe Ø 10 mm avec bride standard
- A Axe Ø 10 mm avec bride standard + joint d'étanchéité
- 1 Axe Ø 6 mm avec bride synchro
- B Axe Ø 6 mm avec bride synchro + joint d'étanchéité

Sorties
- 10 Collecteur ouvert NPN, alimentation 10-30 VDC
- 20 Collecteur ouvert PNP, alimentation 10-30 VDC

Raccordement
- 41 Presse-étoupe radial avec câble blindé de 1 m et connecteur Sub-D mâle

Code
- A Gray
- B Binaire
- C BCD

Nombre de pas par tour
- 7 256
- 8 512
- 9 1024
- A 2048
- B 4096
- P Autres valeurs à préciser, comprise entre 2 et 4096

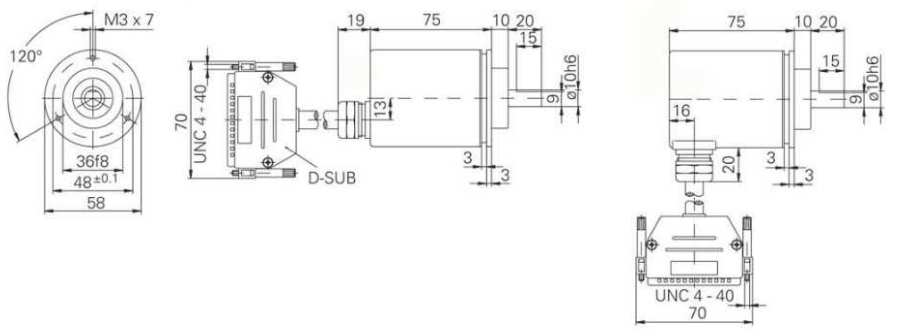
Nombre de tours
- 7 256
- 8 512
- 9 1024
- A 2048
- B 4096

GXM1W. □ □□ □□ □ □ □

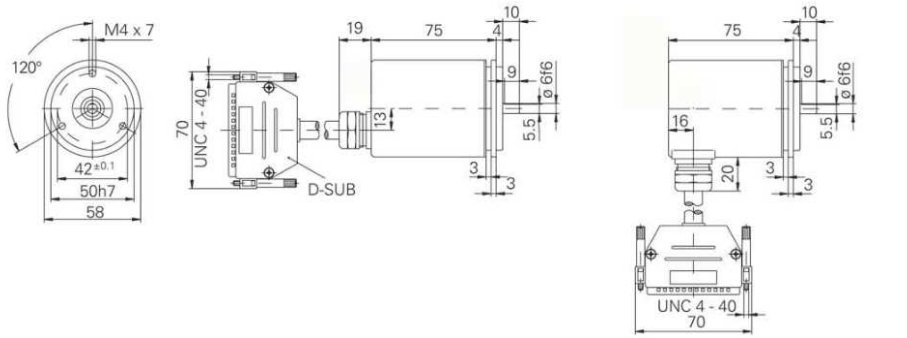
GXM1W

Dimensions

GXM1W bride standard



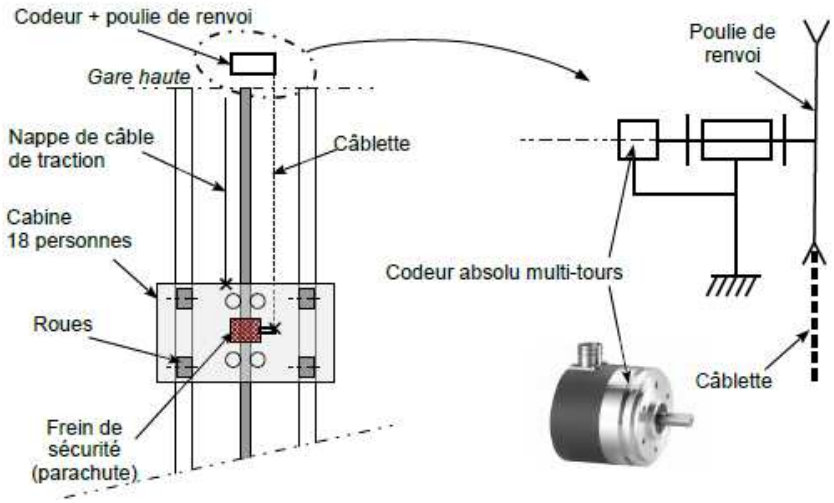
GXM1W bride synchro



4.6. Cage d'ascenseur

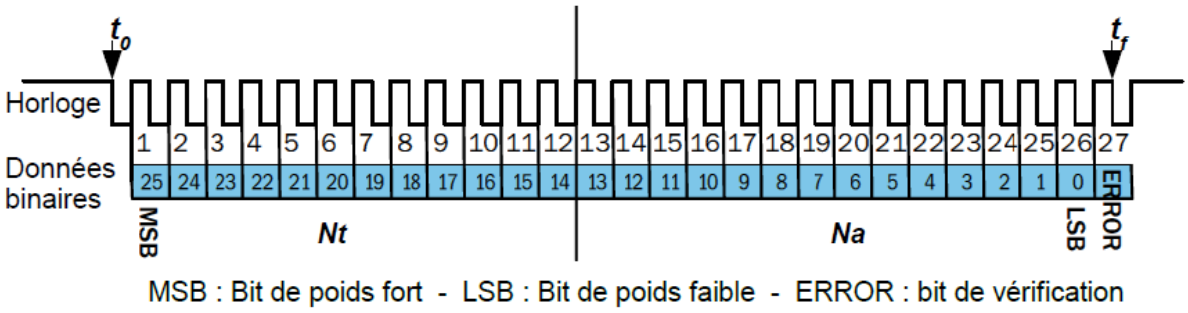
4.6.1. Présentation

Pour piloter le mouvement d'un ascenseur, il est nécessaire de mesurer la position de la cabine. La solution constructive choisie est un codeur absolu multi-tours. Un câble, nommé «câblette», est d'une part fixé d'un coté à la cabine, et d'autre part à un système de mise en tension. Une poulie assure le renvoi et le guidage de la câblette. Le codeur est donc la rotation de la poulie et du codeur.



4.6.2. Données

- le diamètre primitif de la poulie de renvoi de la câblette est *Dpr* = 20 cm ;
- la course totale de la cabine est de 65 m ;
- la résolution (précision) « *p* » imposée pour l'information de position de la cabine est de 1 cm ;
- dans l'automatisme, tous les calculs de position se font en centimètres ;
- le codeur absolu multi-tours renvoie un nombre N_a, image de la position angulaire de son axe sur un format de 14 bits. Le nombre N_t de tours effectués par son axe est exprimé sur 12 bits ;
- la communication entre l'automatisme de commande et le codeur est conforme au protocole SSI (interface série synchrone), présenté sur la figure ci-dessous.



MSB : Bit de poids fort - LSB : Bit de poids faible - ERROR : bit de vérification

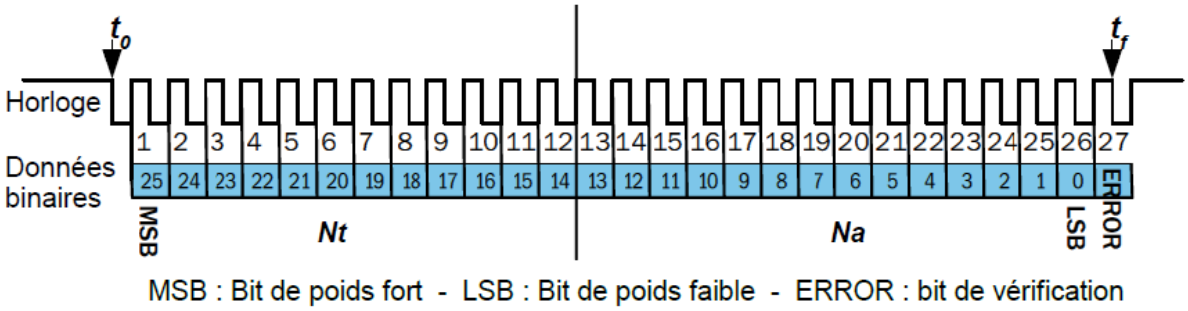
Figure 1

4.6.3. Objectif : Valider le choix d'un codeur absolu

- **Calculer** en centimètres la distance parcourue par la cabine lorsque le codeur tourne d'un tour.
- **Vérifier** que la résolution du codeur « *Rs* » est très largement suffisante.
- **Calculer** le nombre de tours effectués par l'axe du codeur lors d'un trajet complet de la cabine (65 m) ; le calcul sera fait avec une précision à 10^{-2} près.
- En supposant, pour simplifier, que le codeur absolu est à 0 lorsque la cabine est en gare de départ, **exprimer** en binaire les valeurs de *Nt* et *Na* fournies par le codeur lorsque la cabine atteint la gare d'arrivée.
- **Vérifier** que l'étendue de mesure du codeur est suffisante.
- Afin de valider entièrement le choix du capteur de position, il est nécessaire de vérifier la fréquence de rafraîchissement de l'information de la position de la cabine.

4.6.4. Données et hypothèses

- la vitesse de transmission de la position est *fT* = 400 kbps (kilobits par seconde) ;
- à l'instant *tf*, l'information de position est considérée reçue par l'automatisme (voir figure 2) ;
- un temps de pause minimal *tp* = 21 µs est imposé entre la fin d'une transmission de données et le départ d'une nouvelle transmission



MSB : Bit de poids fort - LSB : Bit de poids faible - ERROR : bit de vérification

Figure 2

- **Calculer** la durée *T2* minimale écoulée entre deux réceptions d'informations de position par l'automatisme.
- **En déduire** la distance *DT2* parcourue par la cabine pendant ce temps, à la vitesse nominale $V_{cab/\,rail} = 2\ \mathrm{m{\cdot}s^{-1}}$.
- **Vérifier** que la rapidité de transmission de l'information de position est compatible avec la résolution imposée.

5. Eléments de correction

5.1. Machine pour découper des câbles

5.1.1. Partie 1

Afin d'effectuer un choix de composant, il faut évaluer les caractéristiques minimum pour répondre aux éléments du cahier des charges :

Déterminer le nombre de tour des rouleaux d'entrainement effectué pour délivrer une longueur de câble de 3 m.

Dans les données :

- le rayon des rouleaux d'entrainement : R = 50mm
- la longueur de câble : L = 3 m

Il y a roulement sans glissement entre le câble et les rouleaux, nous pouvons donc écrire :

Périmètre

$P = 2.\pi.R$

$$N = \frac{L}{2.\pi.R}$$

A.N. :

$$N = \frac{3}{2.\pi.50.10^{-3}} \approx 9{,}54\ tr$$

Les rouleaux d'entrainement effectuent 9,54 tours pour délivrer une longueur de câble de 3 mètres.

Déterminer la fréquence de rotation en tr/min des rouleaux d'entraînement pour garantir la vitesse de défilement.

Dans les données :

- le rayon des rouleaux d'entrainement : R = 50mm
- la vitesse du câble : L = 1,5 m/s

Il y a roulement sans glissement entre le câble et les rouleaux, nous pouvons donc écrire :

Relation de vitesse

$V = R \times \omega$

$$S = \frac{60}{2\pi} \times \omega \qquad V = R \times \omega$$

$$S = \frac{60}{2\pi} \times \frac{V}{R}$$

A.N. :

$$S = \frac{60}{2\pi} \times \frac{1{,}5}{50.10^{-3}} \approx 286{,}5\ tr/min$$

La fréquence de rotation des rouleaux d'entrainement devra être de 286,5 tr/min pour garantir la vitesse de défilement.

Combien de temps faut-il pour délivrer une longueur de câble de 3m ?

Dans les données :

- la vitesse du câble : L = 1,5 m/s

Il y a roulement sans glissement entre le câble et les rouleaux, nous pouvons donc écrire :

Relation de vitesse

$$V = \frac{d}{t}$$

$$V = \frac{d}{t} \qquad donc \quad t = \frac{d}{V}$$

A.N. :

$$t = \frac{3}{1{,}5} = 2\ s$$

La longueur de câble de 3 m sera délivrée en 2 secondes.

Combien faut-il d'impulsions minimum pour respecter le cahier des charges

Données

La longueur de câbles délivrée doit être de 3 mètres avec une précision de 1 millimètre.

Il faut donc au minimum 3000 impulsions pour respecter la tolérance de 1 millimètre. L'écart entre deux impulsions sera de 1 mm ce qui correspond à la précision désirée.

5.1.2. Partie 2

Quel sera le nombre d'impulsions fournies par le codeur pour une longueur de câble de 3 m ?

Dans les données :

- La résolution « R » de ce capteur est de 360 impulsions par tour.
- Le nombre de tour « N »effectué est de 9,54 tours

$$n = R \times N = 360 \times \frac{60}{2\pi} = 3437\ impulsions$$

Le codeur fournira 3437 impulsions pour les 3 mètres de câble

Calculer la fréquence des signaux émis par le codeur.

Fréquence

$$f = \frac{1}{t}$$

Dans les données :

- Le nombre d'impulsion n est de 3437.
- Le temps est de 2 secondes

$$f = \frac{3437}{2} = 1718{,}5\ Hz$$

La fréquence des signaux est de 1718,5 Hz.

En fonction des caractéristiques du codeur choisi, déterminer la précision réelle de la coupe.

Dans les données :

- Le nombre d'impulsion par tour est de 360.
- Un tour de galet d'entrainement est de 314,159 mm

$$p = \frac{2.\pi.R}{360} = 0{,}872\ mm$$

La précision sera garantie car

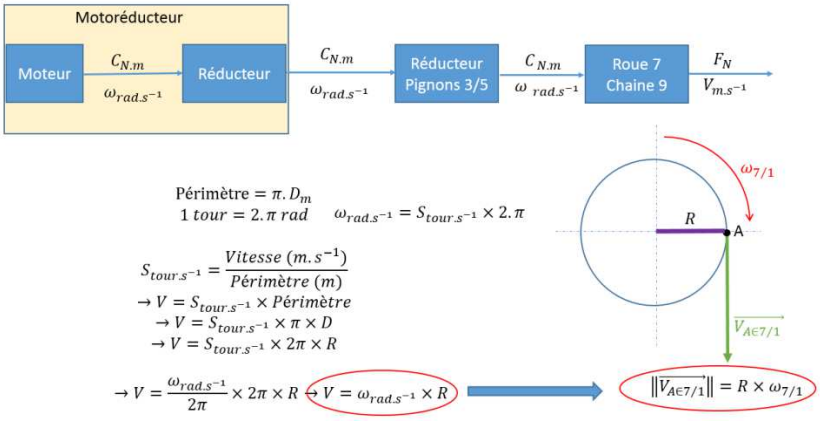
$$p < 1mm$$

Vérifier que le codeur proposé est conforme au cahier des charges

Le codeur choisi est conforme aux valeurs désirées dans le CDCF.

5.2.Poste de pesée de bloc vulcanisant

5.2.1. Préambule



Relation de vitesse

$$V = \frac{d}{t}$$

Calcul de la vitesse nominale des chariots en m/s.

La distance entre deux positions est de 1447,8 mm

Le temps entre deux positions ne doit pas excéder 10 secondes.

La vitesse linéaire minimale $V_{Chariot}$ en m/s :

$$V_{Chariot} = \frac{d}{t} = \frac{1{,}4478}{10} = 144{,}78.10^{-3} m.s^{-1}$$

La vitesse minimale des chariots est de $144{,}78.10^{-3}$ m/s.

Relation de vitesse

$$V = R \times \omega$$

Calcul de la vitesse angulaire du pignon 7

Les chariots et le pignon 7 sont reliés par un système de roues dentées et de chaines, il n'y pas de glissement dans les liaisons,

$$\overrightarrow{V_{chaine/1}} = \overrightarrow{V_{A\in7/1}}$$

avec A un point situé sur le cercle primitif de la roue 7

Relation de vitesse

$$\omega = \frac{2.\pi}{60} \times S$$

La vitesse angulaire du pignon 7, $\omega_{7/1}$en rad/s est :

$$\omega_{7/1} = \frac{V_{Chariot}}{R_7} = \frac{144{,}78}{52} = 2{,}784\ rad.s^{-1}$$

La vitesse angulaire de la roue 7 est de 2,784 rad/s.

Calcul de la vitesse angulaire du pignon 3

La vitesse angulaire du pignon 3, $\omega_{3/1}$en rad/s est :

$$\omega_{7/1} = \frac{V_{Chariot}}{R_7} \times \frac{17}{12} = \frac{144{,}78}{52} = 3{,}944\ rad.s^{-1}$$

La vitesse angulaire du pignon 3 est de 3,944 rad/s.

Calcul de la vitesse de rotation du pignon 3 en tr/min

La vitesse de rotation du pignon 3, $S_{3/1}$en tr/min :

$$S_{3/1} = \omega_{3/1} \times \frac{2.\pi}{60} = 37{,}665\ tr.min^{-1}$$

La vitesse de rotation du pignon 3 est de 37,665 tr/min.

Calcul de la puissance sur l'arbre de sortie du motoréducteur

Le couple résistance sur l'arbre de sortie du motoréducteur est de 450 N.m.

Nous sommes dans le cas d'un mouvement de rotation :

$$P = C_3 \times \omega_{3/1} = 450 \times 3{,}944 = 1774{,}8\ W$$

La puissance sur l'arbre de sortie du réducteur est de 1774,8 W.

Choix de moteur dans la gamme LSES en considérant que le rendement global du système est η=0,85

$$P_{Moteur} = \frac{P_S}{0{,}85} = \frac{1774{,}8}{0{,}85} = 2088\ W$$

Choix de moteur : LSES 100 L, sa puissance est de 2200 W.

Calcul du rapport de transmission

Calculer le rapport de transmission du réducteur associé :

$$i = \frac{S_{Moteur/1}}{S_{3/1}} = \frac{1440}{37{,}665} = 38{,}23$$

Choix du réducteur

Réducteur dans la gamme Multibloc 2000 : réducteur 2501

Puissance

$$P = C \times \omega$$

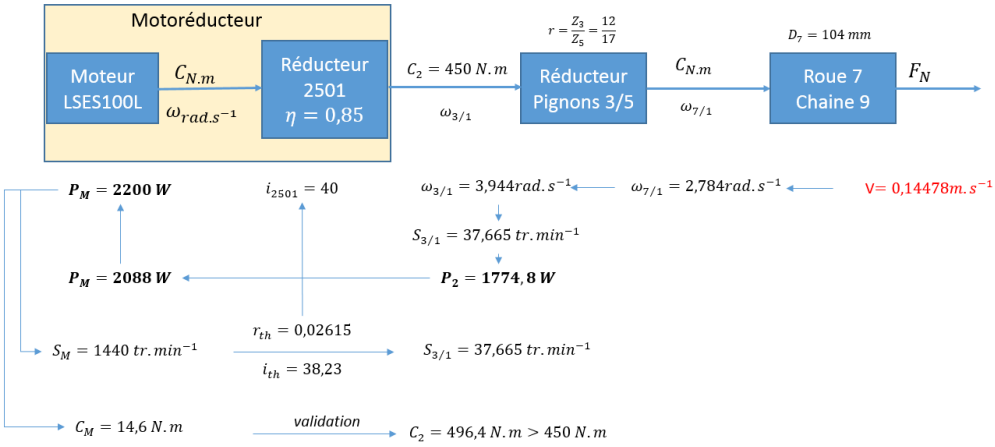
Rendement

$$\eta = \frac{P_S}{P_E}$$

Transmission

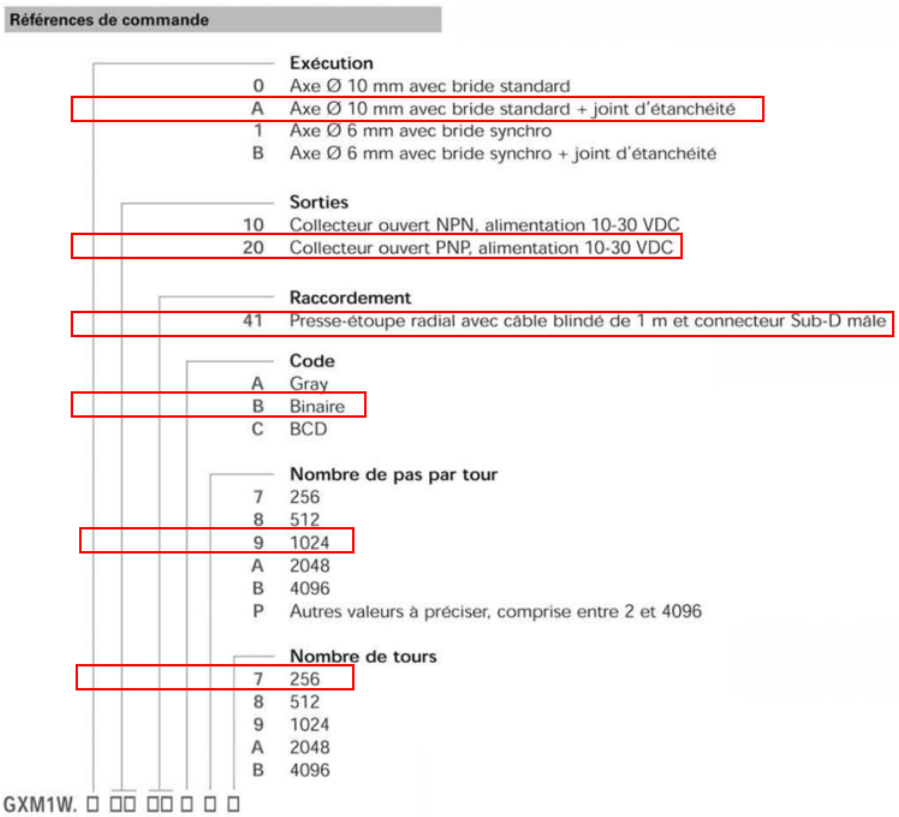
$$r = \frac{\omega_S}{\omega_E}$$

Bilan objectif 1



5.2.2. Objectif 2

Référence signification



A	20	41	B	9	7
Axe 10 Bride standard Joint d'étanchéité	Collecteur PNP Alimentation 10-30 VDC	Presse étoupe radial	Binaire	1024 pas par tour	256 tours

Résolution du codeur

Le codeur est solidaire de l'arbre de la roue 7, donc sa rotation est identique. La roue 7 possède un diamètre de 104 mm et la précision demandée est de 0,35 mm. Dans ce calcul, nous devons prendre en compte les paramètres liés à la machine et non au codeur référencé à la question précédente afin de vérifier la capabilité. La résolution est donc de :

$$Rs = \frac{\pi . D}{p} = \frac{\pi \times 104}{0{,}35} \approx 934\ points\ par\ tour$$

La résolution du codeur doit être au minimum de 934 points par tour pour garantir une précision de 0,35mm.

Le codeur A20 41 B 9 7 peut convenir car il possède une résolution de 1024 pas par tour soit une précision pour notre application de 0,319 mm (8% plus précis que le CDCF).

Calcul du nombre de tours pour le déplacement maximum
Le déplacement maximum est de

$$d_{maxi} = 4 \times 1447{,}8 = 5791{,}2\ mm$$

Le nombre de tour est de :

$$N = \frac{5791{,}2}{\pi \times 104} = 17{,}72\ tours$$

Le codeur effectue 17,72 tours pour un déplacement de 5791,2 mm.
Le codeur A20 41 B 9 7 peut convenir car il peut effectuer une mesure sur 256 tours.

Calcul de la distance entre la position du chariot 3 et le poste opérateur.
Le chariot 3 est au poste 2, il y a deux postes d'écart :

$$d_{3-1} = 2 \times 1447{,}8 = 2895{,}6\ mm$$

La distance entre le chariot 3 et le poste opérateur est de 2895,6 mm.
Calcul du nombre de tour effectués par le codeur pour ce déplacement

$$N_{3-1} = \frac{2895{,}6}{\pi \times 104} = 8{,}862\ tours$$

Le codeur effectue environ 8,862 tours pour une distance de 2895,6 mm.

Calcul du nombre de point correspondant
Si la résolution du codeur est prise à 934 points par tour, donc :

$$N_p = 8{,}862 \times 934 = 8277\ points$$

Le nombre de point est de 8277 (arrondi au point inférieur) pour une distance de 2895,6 mm.

Si la résolution du codeur est prise à 1024 points par tour, donc :

$$N_p = 8{,}862 \times 1024 = 9075\ points$$

Le nombre de point est de 9075 (arrondi au point inférieur) pour une distance de 2895,6 mm.

Code délivré pour ce déplacement

Position d'origine : 0

0	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
15	*14*	*13*	*12*	*11*	*10*	*9*	*8*	*7*	*6*	*5*	*4*	*3*	*2*	*1*	*0*

Position poste 2 : 8277 points Codeur 934 points (??)

0	**0**	**1**	**0**	**1**	**0**	**1**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**
15	*14*	*13*	*12*	*11*	*10*	*9*	*8*	*7*	*6*	*5*	*4*	*3*	*2*	*1*	*0*

Position poste 2 : 9075 points Codeur 1024 points Sortie parallèle

9075 |2
1 4537 |2
1 2268 |2
0 1134 |2
0 567 |2
1 283 |2
1 141 |2
1 70 |2
0 35 |2
1 17 |2
1 8 |2
0 4 |2
0 2 |2
0 1

0	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**1**	**1**	**0**	**1**	**1**	**1**	**0**	**0**	**1**	**1**
15	*14*	*13*	*12*	*11*	*10*	*9*	*8*	*7*	*6*	*5*	*4*	*3*	*2*	*1*	*0*

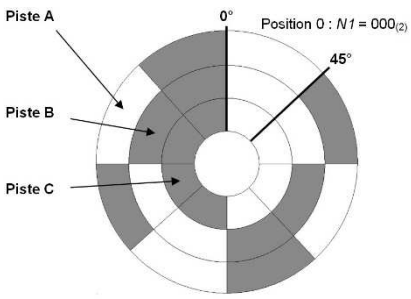
Vérification

15	*14*	*13*	*12*	*11*	*10*	*9*	*8*	*7*	*6*	*5*	*4*	*3*	*2*	*1*	*0*	
0	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**1**	**1**	**0**	**1**	**1**	**1**	**0**	**0**	**1**	**1**	
0	0	8192	0	0	0	512	256	0	64	32	16	0	0	2	1	9075

5.3. Cage d'ascenseur

Interprétation et rappels de cours :

Figure 12 : codeur absolu 3 bits (http://siteelec.org)



angle	*N1* (base 2)
[0°,45°[	000
[45°,90°[	001
[90°,135°[	010
[135°,180°[	011
[180°,225°[	100
[225°,270°[	101
[270°,315°[	110
[315°,360°[	111

Ce codeur possède trois pistes (**trois bits**) et sa résolution est de 45° pour 8 positions.
Il faut transposer ce principe à **un codeur 14 bits, soit 14 lignes**

Le nombre de position est directement lié au nombre de pistes par la relation du nombre de points :

$N_{Position} = 2^{N.Piste}$ soit pour un codeur 3 bits $N_{Position} = 2^3 = 8.positions$.

soit pour un codeur 14bits $N_{Position} = 2^{14} = 16384.positions$.

Distance parcourue par la cabine pour 1 tour de codeur : $D_P = \pi \times Dpr = \pi \times 20 = 62{,}83.cm$

Résolution du codeur : $Rs = \dfrac{\pi \times d}{p} = \dfrac{\pi \times 20}{1} \approx 62{,}83.points/tour$

Le codeur transmet l'information en 14 bits (N), soit une résolution de

$$Rs_{Codeur} = \frac{360°}{2^N} \approx 0{,}02197° \quad soit \quad 1'19{,}1''$$

Un tour de codeur correspond à 2^N positions, soit 16384 points par tour
La résolution du codeur est très largement suffisante (63<<16384)
Calcul du nombre de tour effectué par le codeur pour un trajet complet :

$$N_{Codeur} = \frac{63}{\pi \times Dpr} = \frac{63}{\pi \times 0{,}2} \approx 100{,}27.tours$$

Le nombre de tour doit être **exprimé en binaire sur 12 bits** :
Convertir le nombre 100 en binaire :

0	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**	**1**	**0**	**0**	**1**
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*

La position angulaire dans le tour est **exprimée sur 14 bits** :
Convertir l'image de 0,27 tour en binaire sachant que la résolution est de 16384 points :

$16384 \times 0{,}27 \approx 4424$, conversion de 4424 en binaire

0	**1**	**0**	**0**	**0**	**1**	**0**	**1**	**0**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**
13	*14*	*15*	*16*	*17*	*18*	*19*	*20*	*21*	*22*	*23*	*24*	*25*	*26*

L'étendue de mesure est suffisante, le nombre de tour est codé sur 12 bits, soit une résolution de 4096 points.

Calcul du temps T2 entre deux réceptions :

$$T_2 = tp + T_2 = 21.10^{-6} + \frac{1}{400 \times 10^3} \times (26+2) = 91.10^{-6}.s$$

Distance parcourue pendant le temps de transmission :

$$\omega_{Codeur} = \frac{V_{cab/rail}}{R_{Poulie}} = \frac{2}{0{,}1} = 20.rad/s$$

$$\theta_{T2} = \omega_{Codeur} \times T = 20 \times 91.10^{-6} = 182.10^{-5}.rad$$

$$d_{T_2} = \pi \times D_{Poulie} \times \theta_{T2} = 1{,}14.10^{-3}.m$$

Le déplacement est de 1,14mm<<10mm