

SESSION 2011

CAPLP

CONCOURS EXTERNE

Section: **GÉNIE MÉCANIQUE**
Options : **MAINTENANCE DES SYSTÈMES MÉCANIQUES AUTOMATISÉS**

ÉPREUVE D'ADMISSIBILITÉ

ÉTUDE D'UN SYSTEME ET/OU D'UN PROCESSUS

CORRIGÉ

Documents C1 à C23

Partie 1

1.1

	N°1 CAR	N°2 Injection	N°3 Préhenseur	N°4 Groupe hydraulique	N°5 Ouverture fermeture moule	N°6 Bas moule	N°7 Armoire électrique	N°8 Moule fixe
MTTR	0,87	0,53	3,83	2,05	0,39	0,63	1,42	1,05
MTBF	541,08	1038,18	1777,28	956,88	244,01	276,36	414,09	221,54
λ	0,00185	0,00096	0,00056	0,001045	0,00410	0,00363	0,00241	0,00451

1.2

Taux de défaillance :

Le **taux de défaillance** est un terme relatif à la fiabilité des équipements ou composants défini comme l'inverse du MTTF (Mean Time To Failure), le temps moyen jusqu'à la première défaillance. Son symbole est la lettre grecque lambda (λ).

Le taux de défaillance est la limite, si elle existe, du quotient de la probabilité conditionnelle pour que l'instant T d'une défaillance d'un produit soit compris dans un intervalle de temps donné (t, t+ Δt) par la durée Δt de l'intervalle de temps lorsque Δt tend vers zéro, en supposant que l'entité soit disponible au début de l'intervalle de temps.

Le taux de défaillance s'exprime en FIT (Temps moyen entre pannes).
En anglais, le taux de défaillance est nommé Failure rate.

En période de maturité de l'équipement $\lambda = \frac{1}{MTBF}$

1.3

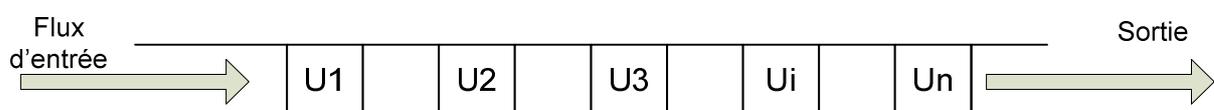
$$D_{op} = \frac{MTBF}{MTBF + MTI}$$

Composition des disponibilités opérationnelles :

Une chaîne est constituée de différentes unités (ou machines) ayant leur vie propre (bon fonctionnement, mode dégradée, panne, etc.), donc leur disponibilité D_{U_i} .

Modèle « série » des lignes à unités liées (ou dépendantes) :

Sur ce type de chaîne, l'arrêt d'une unité implique l'arrêt de l'ensemble.



Dans ce cas la disponibilité opérationnelle de la ligne sera :

$$Dg = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \left[\frac{1}{D_{Ui}} \right] - (n-1)}$$

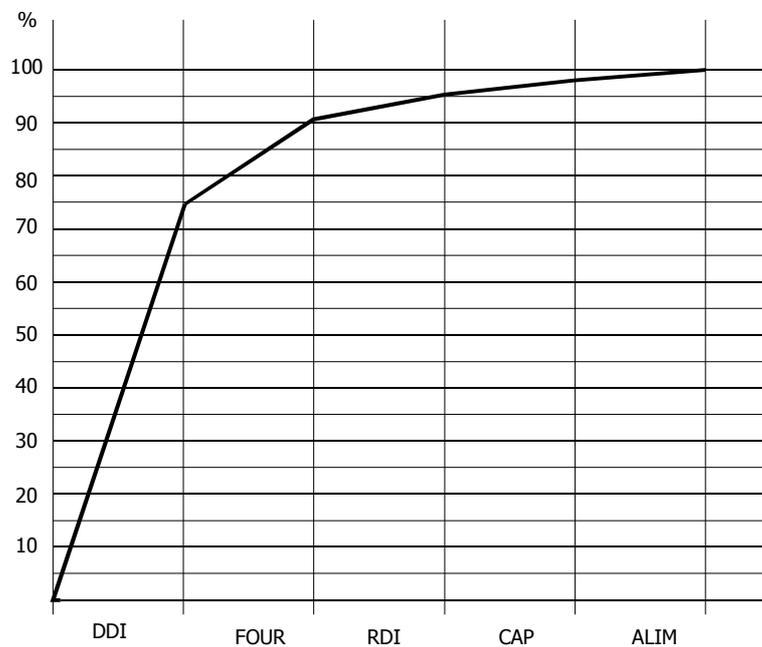
	N°1 CAR	N°2 Injection	N°3 Préhenseur	N°4 Groupe hydraulique	N°5 Ouverture fermeture moule	N°6 Bas moule	N°7 Armoire électrique	N°8 Moule fixe
MTTR	0:52:03	0 :31 :44	3 :50 :00	2 :02 :45	00:23 :06	00 :38 :00	1 :25 :25	1 :03 :08
MTBF	541 :05 :00	1038:10:55	1777:17:09	956 :52 :51	244 :00 :53	276 :21 :31	414 :05 :26	221 :32 :17
λ	0,00185	0,00096	0,00056	0,001045	0,00410	0,003629	0,00330	0,00241
D_{op}	0,998	0,999	0,998	0,998	0,998	0,998	0,997	0,995
$\frac{1}{D_{Ui}}$	1,002	1,001	1,002	1,002	1,002	1,002	1,003	1,005

$$D_G = \frac{1}{8,01846414 - (8-1)} = 0,982$$

1.4

On devra prendre en compte la partie fixe du moule.

1.5

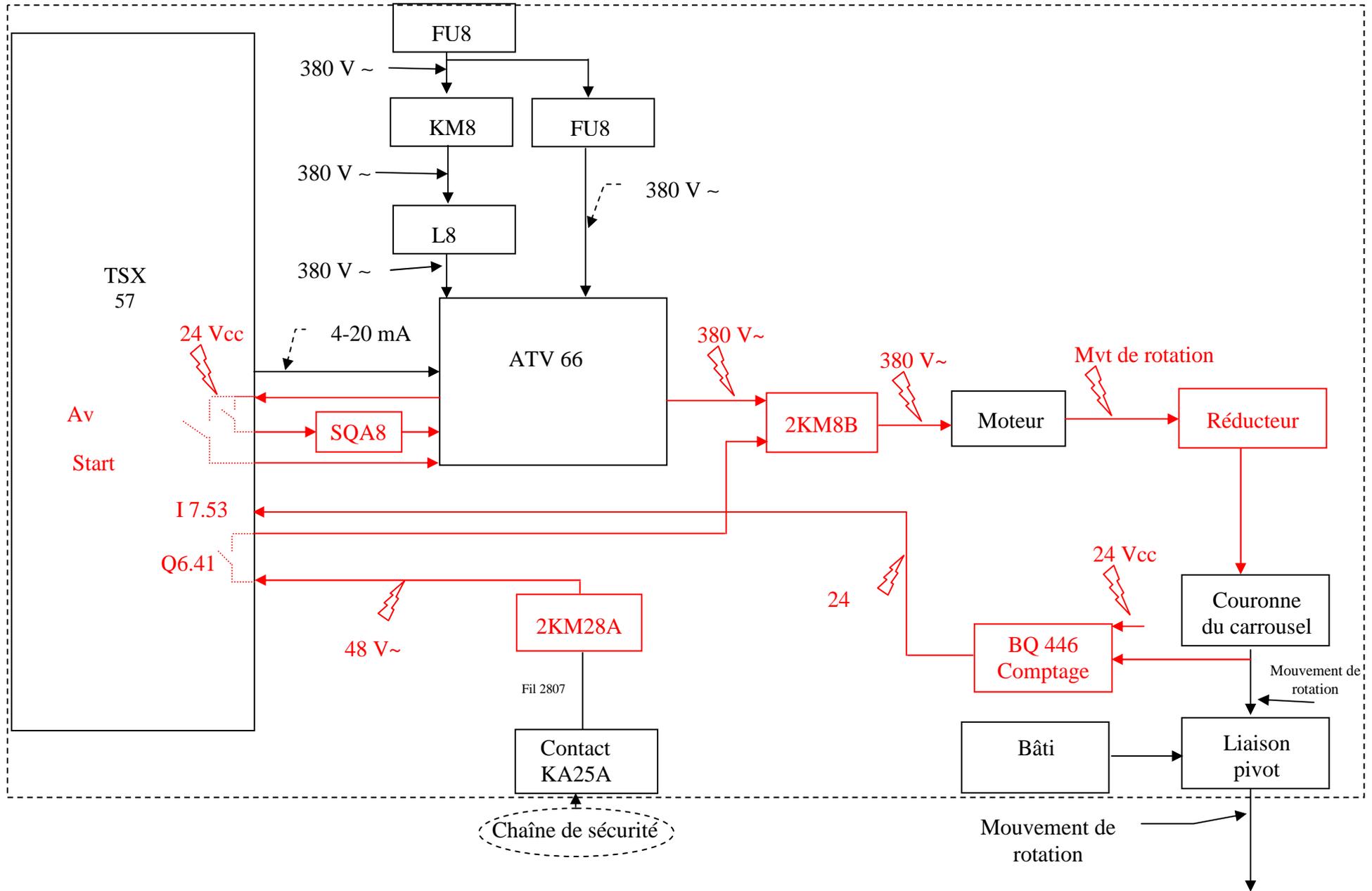


Ordre	1	2	3	4	5	
	DDI	FOUR	RMF	CAP	ALIM	Total
	43:12:00	9:15:00	2:35:00	1:35:00	1:15:00	57:52:00
%	74,654	15,985	4,464	2,736	2.161	100
Cumul	74,654	90.639	95.103	97.839	100	

Partie 2

2.1 - Chaîne fonctionnelle de la fonction rotation

Frontière de l'étude



2.2.1

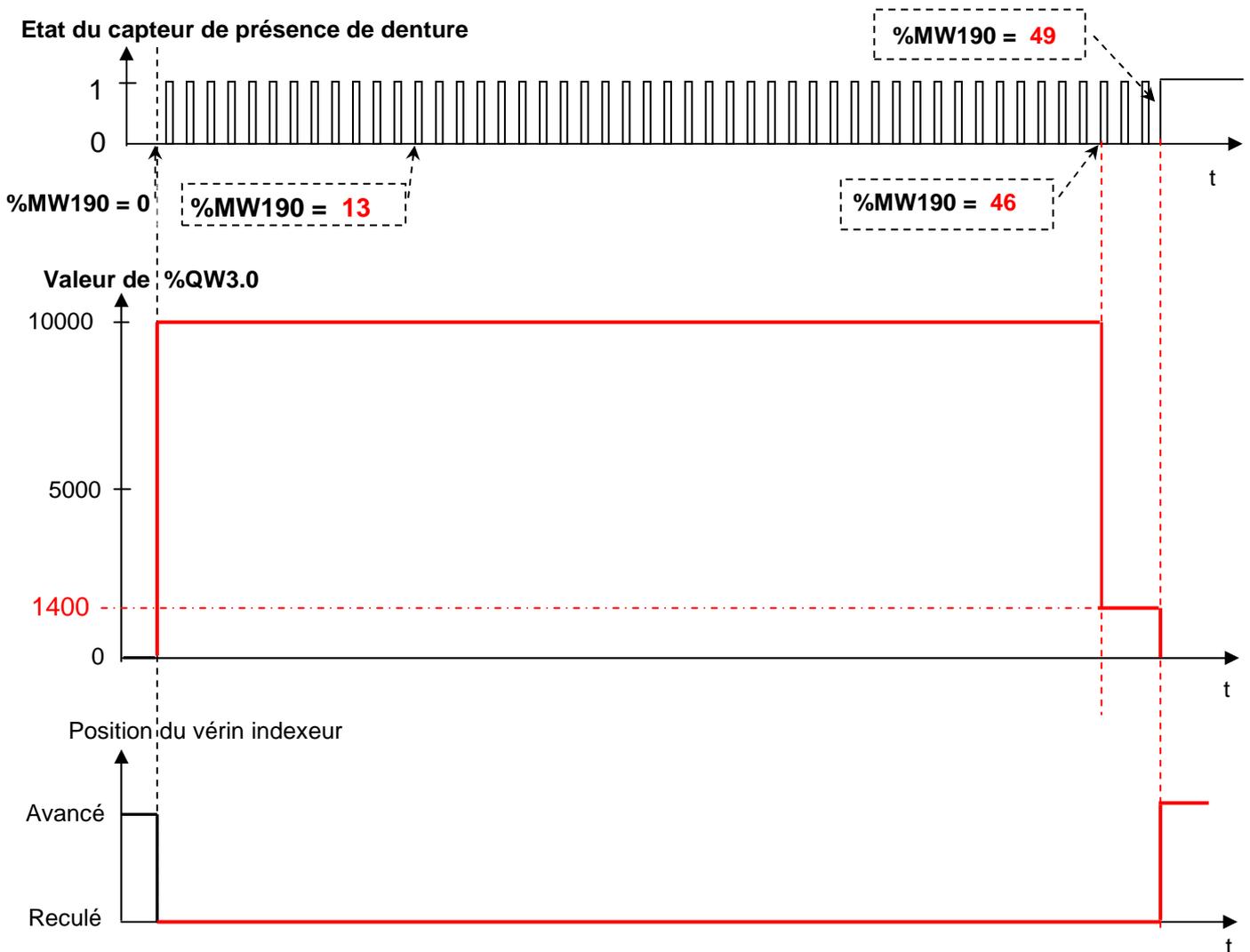
Adresse du mot de sortie %QW3.,0.....

Valeur Maximale du Mot :0.....

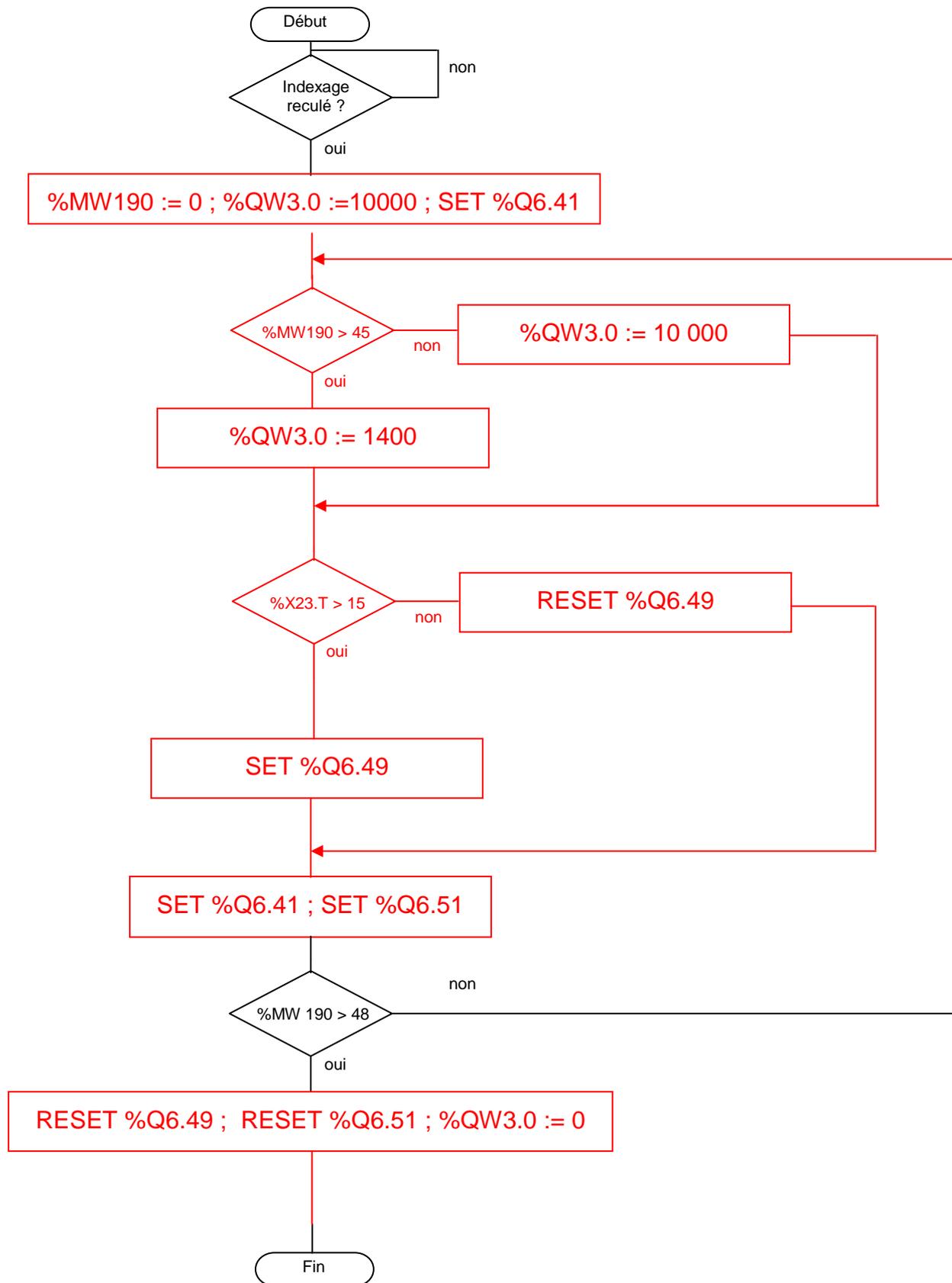
Valeur Minimale du Mot :10000.....

Variable	Type de variable	Description
%I 4.53	Entrée T.O.R.	Capteur de comptage des dents de la couronne
%Q 6.41	Sortie T.O.R.	KM Rotation carousel
%Q 6.49	Sortie T.O.R.	AT 66 Marche Av
%Q 6.51	Sortie T.O.R.	Start ATV66
%MW 190	Mot interne	Comptage des dents de la couronne
%QW 3.0	Sortie Analogique	Consigne de vitesse variateur

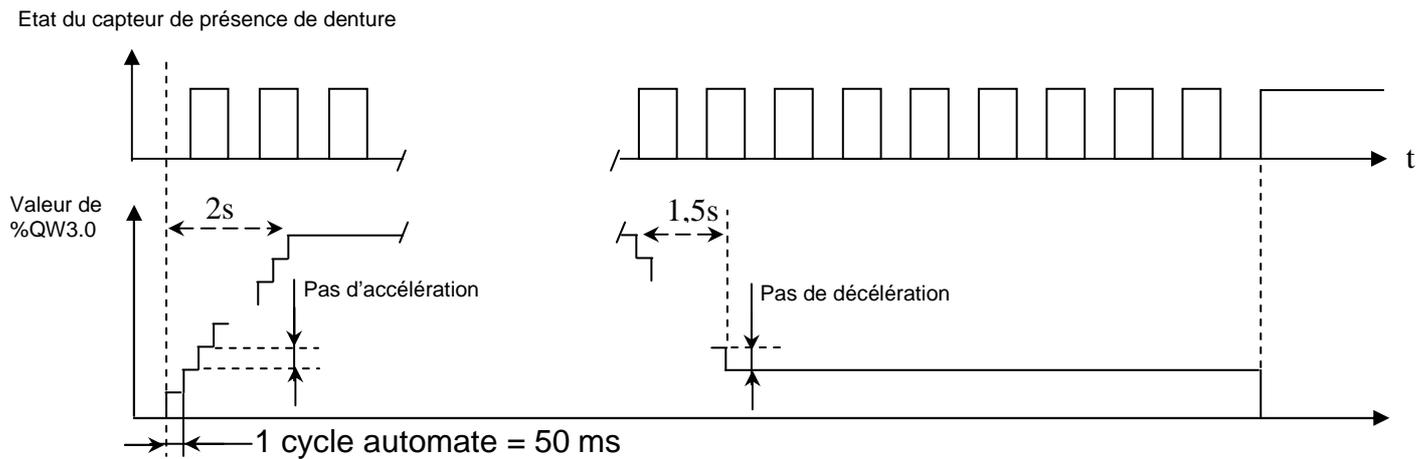
2.2.2



Organigramme de X23



2.2.3



Calcul des pas d'accélération et de décélération

Pas d'accélération :

1 cycle automate = 50 ms

En deux secondes, on a donc $2/0,05 = 40$ cycles

Sur 40 cycles, %QW3.0 passe de 0 à 10 000

Le pas d'accélération est donc égal à $10\ 000/40 = 250$

Pas de décélération :

1 cycle automate = 50 ms

En 1,5 secondes, on a donc $1,5/0,05 = 30$ cycles

Sur 30 cycles, %QW3.0 passe de 10 000 à 1 000 soit un écart de 9 000

Le pas de décélération est donc égal à $9\ 000/30 = 300$

Partie 3

3.1 Chauffage du moule

3.1.1

Les résistances sont couplées en étoile (présence du point Neutre). La valeur efficace de la tension aux bornes de ces résistances est donc la valeur efficace de la tension simple, c'est-à-dire **230 V** ou plus précisément $\frac{400}{\sqrt{3}}$ V (réseau triphasé 400 V entre phases).

3.1.2

La puissance d'une résistance est $P = 300$ W sous 230 V.

On sait que $P = \frac{V^2}{R}$, soit $R = \frac{V^2}{P} = \frac{230^2}{300} = 176,3\Omega$

3.1.3

Le récepteur étant déséquilibré, il faut appliquer la loi des nœuds au point neutre, ce qui donne :

$$\vec{I}_1 + \vec{I}_2 + \vec{I}_3 = \vec{I}_N$$

Le vecteur \vec{I}_1 a pour caractéristique :

- Norme : valeur efficace du courant I_1 , soit $\frac{V_1}{R/2} = \frac{230}{45} = 5,1A$
- Direction : en phase avec le vecteur tension simple \vec{V}_1

Le vecteur \vec{I}_2 a pour caractéristique :

- Norme : valeur efficace du courant I_2 , soit $\frac{V_2}{R/2} = \frac{230}{45} = 5,1A$
- Direction : en phase avec le vecteur tension simple \vec{V}_2

Le vecteur \vec{I}_3 a pour caractéristique :

- Norme : valeur efficace du courant I_3 , soit $\frac{V_3}{R/3} = \frac{230}{30} = 7,6A$
- Direction : en phase avec le vecteur tension simple \vec{V}_3

La construction de Fresnel du vecteur courant dans le conducteur de neutre nous donne les résultats suivants :

Le vecteur \vec{I}_N a pour caractéristique :

- Norme : valeur efficace du courant I_N , soit 2,55 A
- Direction : en phase avec le vecteur tension simple \vec{V}_3

Ces 4 vecteurs sont représentées sur la figure donnée page C12.

3.1.4

La ligne alimentant le système de chauffe est protégée contre les surcharges par un sectionneur porte-fusibles de calibre 16A. Pour protéger efficacement le récepteur et non la ligne, il faut donc être au plus près du récepteur et calibrer les fusibles vis-à-vis du courant d'emploi des récepteurs, en l'occurrence ici 5.1 A, 5.1 A et 7.6 A pour les trois phases respectives (question 3.1.3).

Les récepteurs étant résistifs, les fusibles seront de type gG (usage général).

Les solutions possibles sont donc :

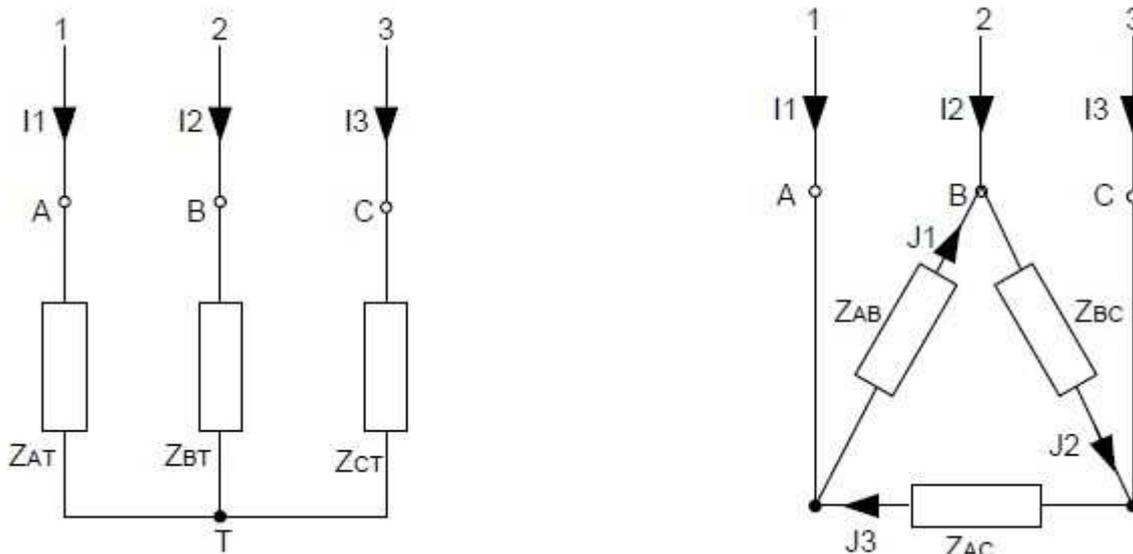
Taille 8,5 x 31,5

Phase 1 : $I_N = 6$ A	FR8GG40V6	CMS83N ou 3 CMS81 + CMS810
Phase 2 : $I_N = 6$ A	FR8GG40V6	
Phase 3 : $I_N = 8$ A	FR8GG40V8	

Taille 10 x 38

Phase 1 : $I_N = 6$ A	FR10GG50V6	CMS103N
Phase 2 : $I_N = 6$ A	FR10GG50V6	
Phase 3 : $I_N = 8$ A	FR10GG50V8	

3.1.5



- $Z_{AT} = 45 \Omega$ (2 résistances de 90Ω en parallèle),
- $Z_{BT} = 45 \Omega$ (2 résistances de 90Ω en parallèle),
- $Z_{CT} = 30 \Omega$ (3 résistances de 90Ω en parallèle).

L'application du théorème de Kenelly donne :

- $Z_{AB} = 157,5 \Omega$,
- $Z_{BC} = 105 \Omega$,
- $Z_{CA} = 105 \Omega$.

3.1.6

Le calcul des valeurs efficaces des courants de récepteur de ce montage équivalent en triangle revient à faire le calcul des valeurs efficaces des courants J avec :

$$J_1 = \frac{U_{12}}{Z_{AB}} = \frac{400}{157,5} = 2,54A \quad J_2 = \frac{U_{23}}{Z_{BC}} = \frac{400}{105} = 3,81A \quad J_3 = \frac{U_{31}}{Z_{CA}} = \frac{400}{105} = 3,81A$$

3.1.7

La figure donnée page C13 représente les vecteurs des courants I construits à partir des vecteurs des courants J conformément aux relations données dans le DT19.

$$\vec{I}_1 = \vec{J}_1 - \vec{J}_3$$

$$\vec{I}_2 = \vec{J}_2 - \vec{J}_1$$

$$\vec{I}_3 = \vec{J}_3 - \vec{J}_2$$

Le vecteur \vec{I}_1 est aligné avec le vecteur \vec{U}_{12} , car Z_{AB} est une impédance purement résistive.,

Le vecteur \vec{I}_2 est aligné avec le vecteur \vec{U}_{23} , car Z_{BC} est une impédance purement résistive.

Le vecteur \vec{I}_3 est aligné avec le vecteur \vec{U}_{31} , car Z_{CA} est une impédance purement résistive.

Avec l'échelle prise, la mesure de la longueur des vecteurs I donne :

- $I_1 = 5,54 \text{ A}$
- $I_2 = 5,54 \text{ A}$
- $I_3 = 6,60 \text{ A}$

3.1.8

Connaissant les courants de ligne trouvés à la question précédente, les nouvelles tensions simples déséquilibrées deviennent :

$$V_1 = 249.08 \text{ V} \quad = Z_{AT} \times I_1$$

$$V_2 = 249.08 \text{ V} \quad = Z_{BT} \times I_2$$

$$V_3 = 197.95 \text{ V} \quad = Z_{CT} \times I_3$$

Nous sommes donc en situation de surtension pour deux récepteurs et en sous-alimentation pour le troisième.

Il convient donc ne jamais interrompre le conducteur de Neutre afin de ne pas déséquilibrer le réseau de tensions simples, ce qui peut entraîner la destruction de matériel sur des surtensions importantes.

3.2 Protection des Personnes

3.2.1

Dans un schéma de liaison à la terre de type I.T, on trouve nécessairement deux appareils, le C.P.I (contrôleur permanent d'isolement) et un Cardview (limiteur de surtension).

3.2.2

Signification de la première lettre : position du neutre par rapport à la Terre

I : Le neutre est isolé ou impédant par rapport à la Terre

Signification de la deuxième lettre : position des masses par rapport à la Terre

T : Les masses des récepteurs de l'installation sont raccordés à la Terre.

3.2.3

Avantages

- Assure la meilleure continuité de service.
- Prévention systématique contre tout risque d'électrocution par signalisation et élimination du premier défaut.

Inconvénients

- Personnel pour surveillance et entretien.
- Nécessite un bon niveau d'isolement du réseau.
- Vérification des déclenchements obligatoire à la mise en service et si modifications.

3.2.4

La localisation de défaut simple peut s'effectuer par :

- mise hors tension successive des différents départs,
- injection d'un courant très basse fréquence. La recherche peut alors être effectuée :
 - par un système mobile portable, composé d'une pince ampèremétrique et d'un récepteur sélectif T.B.F (10 Hz).
 - par système fixe automatique, comprenant sur chaque départ un tore associé à un récepteur sélectif T.B.F (10 Hz).

3.2.5

Dès qu'un défaut est constaté par le CPI, les signalisations sonore et visuelle sont activées.

Après acquittement du défaut par action sur le commutateur par le personnel d'entretien, la signalisation sonore est désactivée. Seule reste la signalisation visuelle indiquant que le défaut est toujours présent.

Dès que la partie en défaut est mise hors tension, la signalisation donnée par le CPI disparaît, le signal sonore est activé.

Le schéma donné permet de ne pas oublier de rebasculer le commutateur d'acquiescement une fois le défaut supprimé. Le système d'alarme sera à nouveau en état de veille.

3.2.6

D'après le tableau 34 du DT21, pour une protection assurée par un disjoncteur C250 équipée d'un déclencheur D250 avec réglage à $5I_n$, ($5I_n = 1250$ A) avec une section de conducteur de phases de **70 mm²** (DT20), la longueur maximale de la ligne respectant la protection des personnes est de **152 m**.

Le DT 20 nous indique que la section du PE séparé est de **35 mm²**. Le rapport

$$m = \frac{S_{PH}}{S_{PE}} = \frac{70}{35} \text{ est donc égal à } \mathbf{2}.$$

Le tableau G59 du DT21 nous indique que pour **m = 2** et pour un câble en cuivre 3 phases (le PE est séparé), il faut appliquer à la longueur trouvée par le tableau 34, un facteur de correction de **0,57**, soit $152 \times 0,57 = \mathbf{87 m}$.

La protection n'est donc pas assurée car la longueur de câble est trop importante.
 $130 \text{ m} > 87 \text{ m}$.

Pour assurer la protection des personnes, il faut modifier la section du PE.

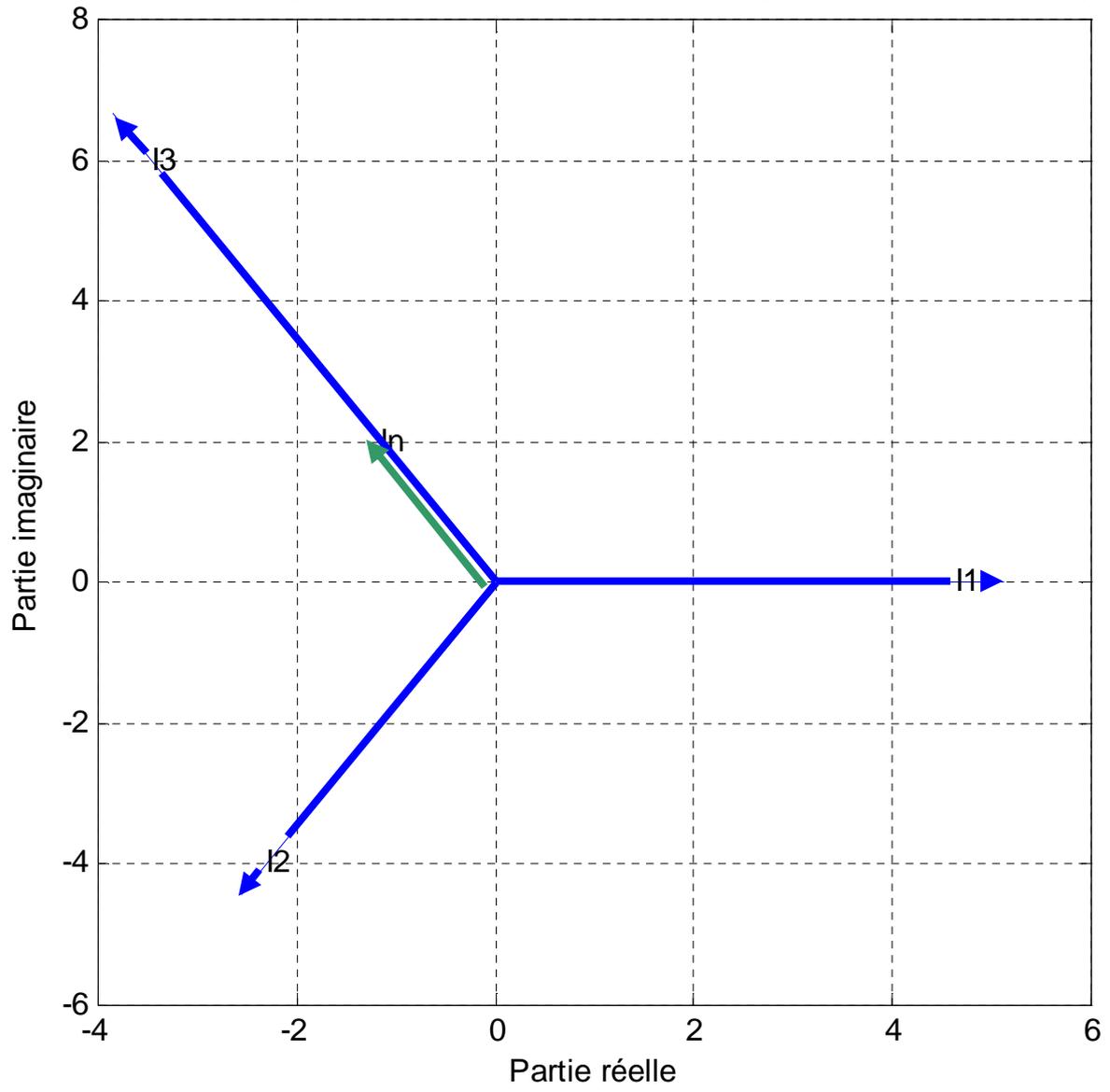
$\frac{130}{152} = 0,855$, soit environ **0,86**. Pour avoir ce facteur de correction de 0,86, il faut **m = 1** (tableau G59), soit $S_{PH} = S_{PE}$.

La longueur maximale devient alors $152 \times 0,86 = \mathbf{130,72 m}$ ce qui est juste supérieur à la longueur du câble de 130 m.

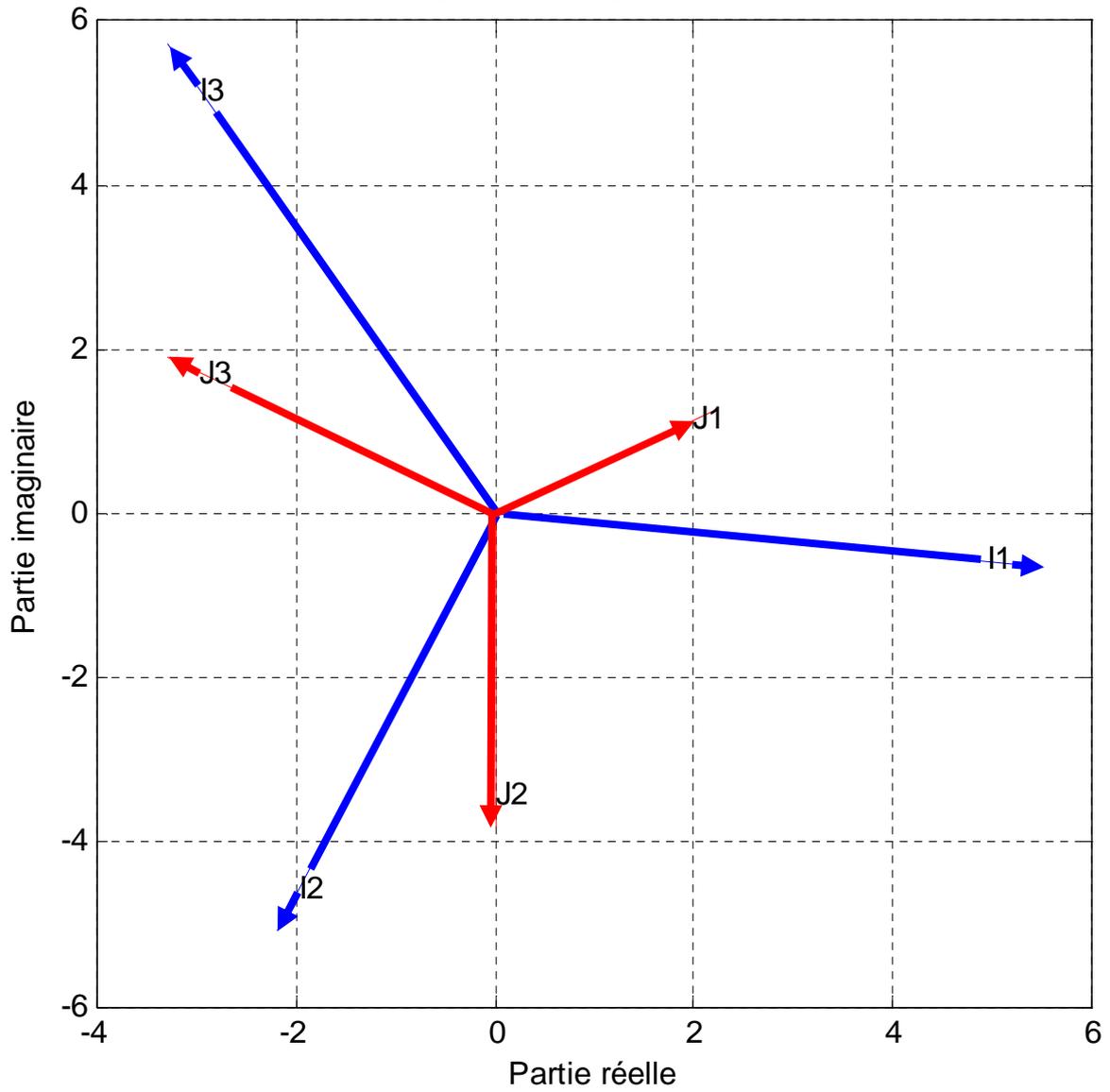
Il faut donc 130 m de conducteur de terre de section 70 mm².

Le coût de la modification en pièces est alors de $130 \times \mathbf{3,86 \text{ €}}$, soit **501,80 € H.T**

Courants de lignes et courant de Neutre (Montage Etoile AVEC Neutre)



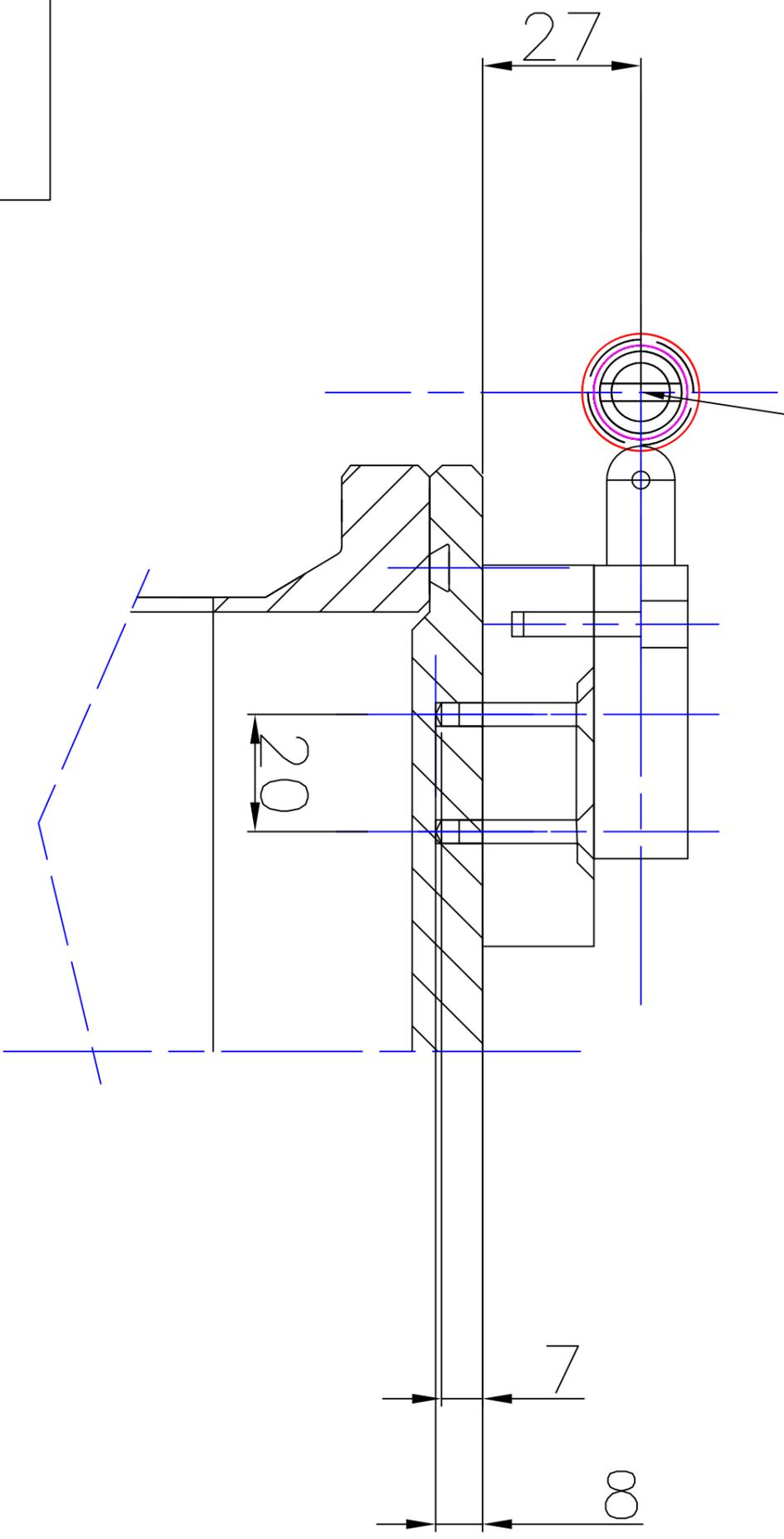
Courants de lignes (Montage Etoile SANS Neutre)



N° Rév	Note de révision	Date	Signature	Vérfifié

COUPE BB

axes de la trappe de fermeture



épaisseur plaque support : 19 mm

4.1.1
4.1.4
4.2.1

NOM FICHER	metric	N° FSCM		FEUILLE	DR 6	ECHELLE	1:1
FORMAT							
DESS.							
CONTR.							
APPR.							
REALISE							
REV							
N° CONTRAT							
				N° DESSIN			
				CA PLP Génie Mécanique option MSMA			

Partie 4

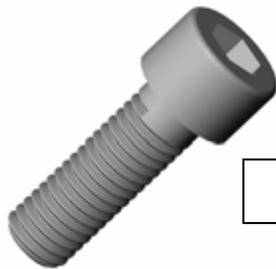
C14

Partie 4

4.1.2

Désignation

2 vis de fixation de l'interrupteur sur la plaque support.



Cylindrique hexagonale creuse CHC M4 - 15

4 vis de fixation de la plaque support sur la trappe.



Tête fraisée FHC M 4-10

4.1.3

Ajustements Usuels (Système de l'alésage H)										
Type	arbre	Alésages						Observations		
		H6	H7	H8	H9	H10	H11			
Pièces mobiles	jeu élevé	c11							Cas usuels de longues portées, mauvais alignement, dilatations...	
		c10								
		c9								
		d10								
	jeu moyen	d9							Cas usuels pour guidages tournants ou glissant avec jeu (bon graissage assuré)	
		d8								
		e9								
		e8								
		e7								
		f8								
	jeu faible	f7							pour guidages précis	
		f6								
Pièces immobiles	ajusté	g6						assemblage possible à la main	Pour centrages et positionnement ne peut pas transmettre des efforts	pas de détérioration des pièces au démontage
		g5								
		h9								
	très ajusté	h7						assemblage possible au "maillet" (Presse recommandée)	Pour transmission des efforts	détérioration des pièces au démontage
		h6								
		h5								
	peu serré	js7						assemblage à la presse	Pour transmission des efforts	détérioration des pièces au démontage
		js6								
		js5								
		k6								
	serré (interférence)	k5						assemblage à la presse lourde ou par dilatation (fretage)	Pour transmission des efforts	détérioration des pièces au démontage
		m7								
m6										
n6										
p6										
r6										
serré fort	s7						assemblage à la presse lourde ou par dilatation (fretage)	Pour transmission des efforts	détérioration des pièces au démontage	
	s6									
	t6									
	u6									
		x7								

■ cas les plus utilisés ■ cas les plus utilisés (à connaître)

Axe Ø 10

Jeu max : 35 µm (41µm)

Jeu min : 6 µm (6µm)

Justification solution retenue :

Le verrouillage de la trappe nécessite un déplacement vertical possible du couvercle qui impose un déplacement de l'axe de la trappe dans un orifice oblong.

4.2.1

Course du vérin : Course mini 30mm, 3 choix de référence

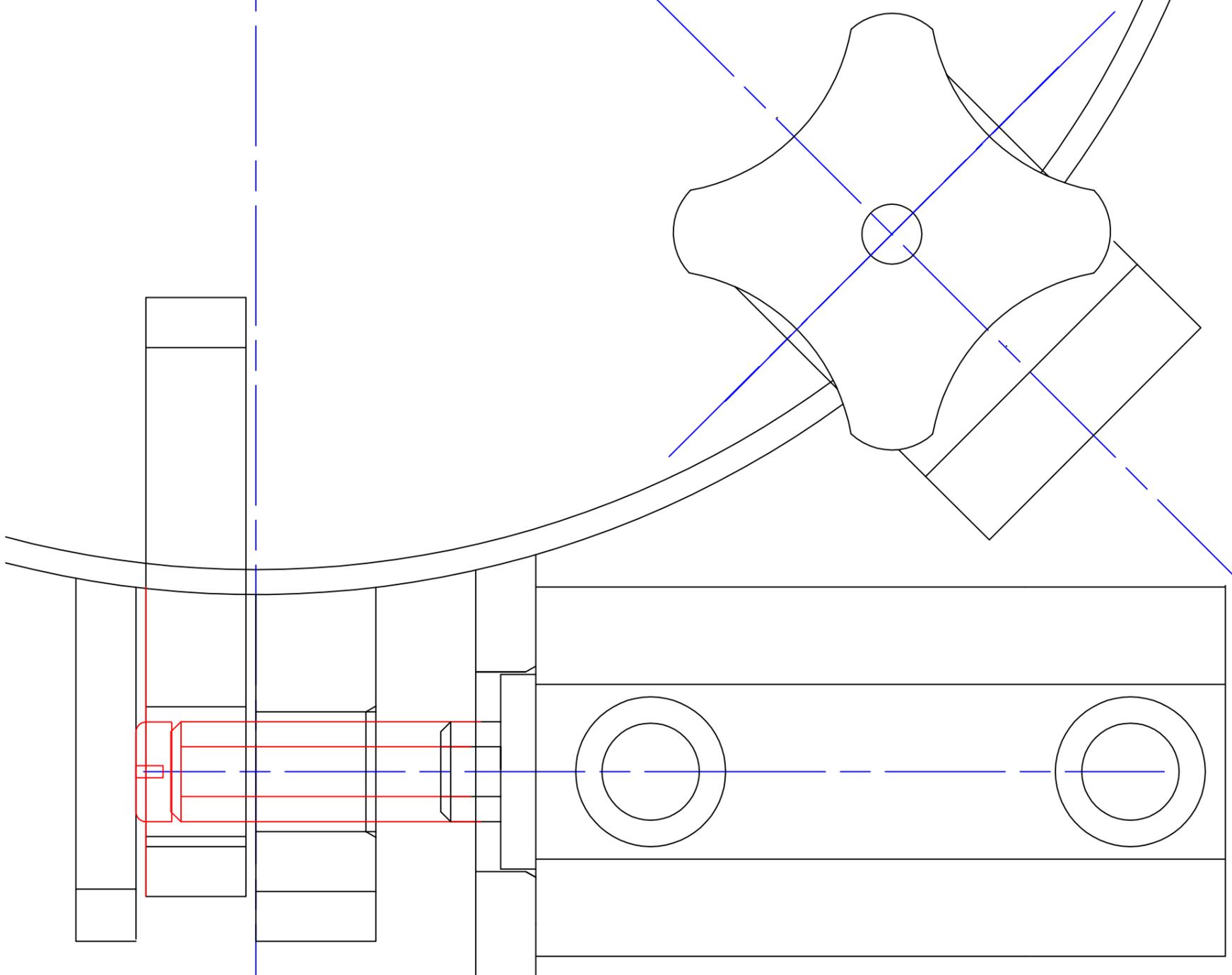
0822010635

0822010636

0822010637

N° Rév	Note de révision	Date	Signature	Vérfifié

4.2.2

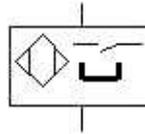


NOM FICHIER metric	N° FSCM	FEUILLE DR 7	ECHELLE 2:1
FORMAT			
DESS.			
CONTR.		MALAXEUR	
APPR.		Vérin verrouillage	
REALISE		N°	
REV		DESSIN	
N° CONTRAT		CA PLP Génie Mécanique option MSMA	

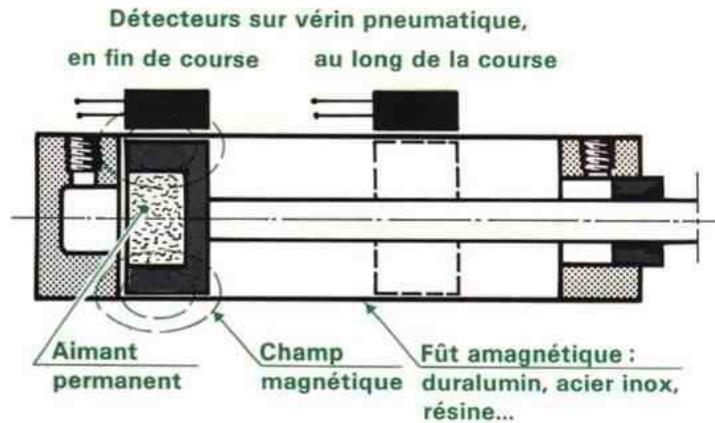
C17

4.2.3

Interrupteur à lame souple (relais Reed), le piston du vérin doit être muni d'un aimant permanent et le fût amagnétique.



Exemple : I.L.S. sur vérin



4.2.4

Désignation G1/8 qui est faite du raccordement air comprimé : Le **filetage gaz** est un filetage utilisé en tuyauterie.

Très utilisé en plomberie et aussi en hydraulique.

Il peut être utilisé :

- sans étanchéité (G)
- avec étanchéité (Rc et Rp)

1/8 diamètre nominal en fraction de pouce

Sans étanchéité

Le filetage extérieur et le taraudage sont cylindriques.

Le symbole de filetage est **G**.

Il y a deux classes de tolérance :

- A (plus précise)
- B

Avec étanchéité

Le filetage extérieur est conique, le symbole de filetage est **R**.

- Taraudage cylindrique, symbole Rp.
- Taraudage conique, symbole Rc.

Filetage Gaz (Norme NF E 03-004)

P: pas

n: nombre de filets par inch

h : hauteur portante du filet

D, d :diamètre extérieur

D₁, d₁ : diamètre du noyau

D₂, d₂ : diamètre effectif à flancs de filet

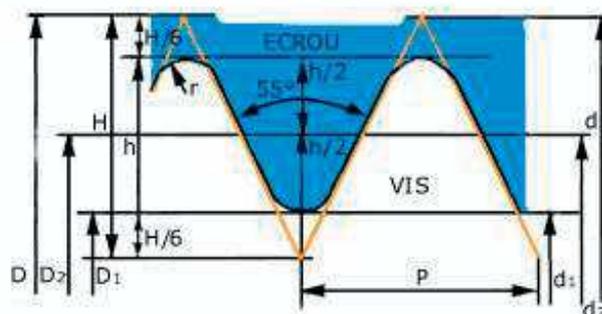
r : arrondi

$$P = \frac{1 \text{ pouce (25.4mm)}}{\text{nbre de filets au pouce}}$$

$$h = 0.64 P$$

$$r = 0.137 P$$

$$D1 = d1 = D - 1.28 P$$



Diamètre d en inch	p en mm	Nombre de filets au pouce	Diamètre d en inch	p en mm	Nombre de filets au pouce
1/8	0.907	28	1 ¼	2.309	11
1/4	1.336	19	1 ½	2.309	11
3/8	1.336	19	1 ¾	2.309	11
1/2	1.814	14	2	2.309	11
5/8	1.814	14	2 ¼	2.309	11
3/4	1.814	14	2 ½	2.309	11
7/8	1.814	14	2 ¾	2.309	11
1	2.309	11	3	2.309	11

4.2.5

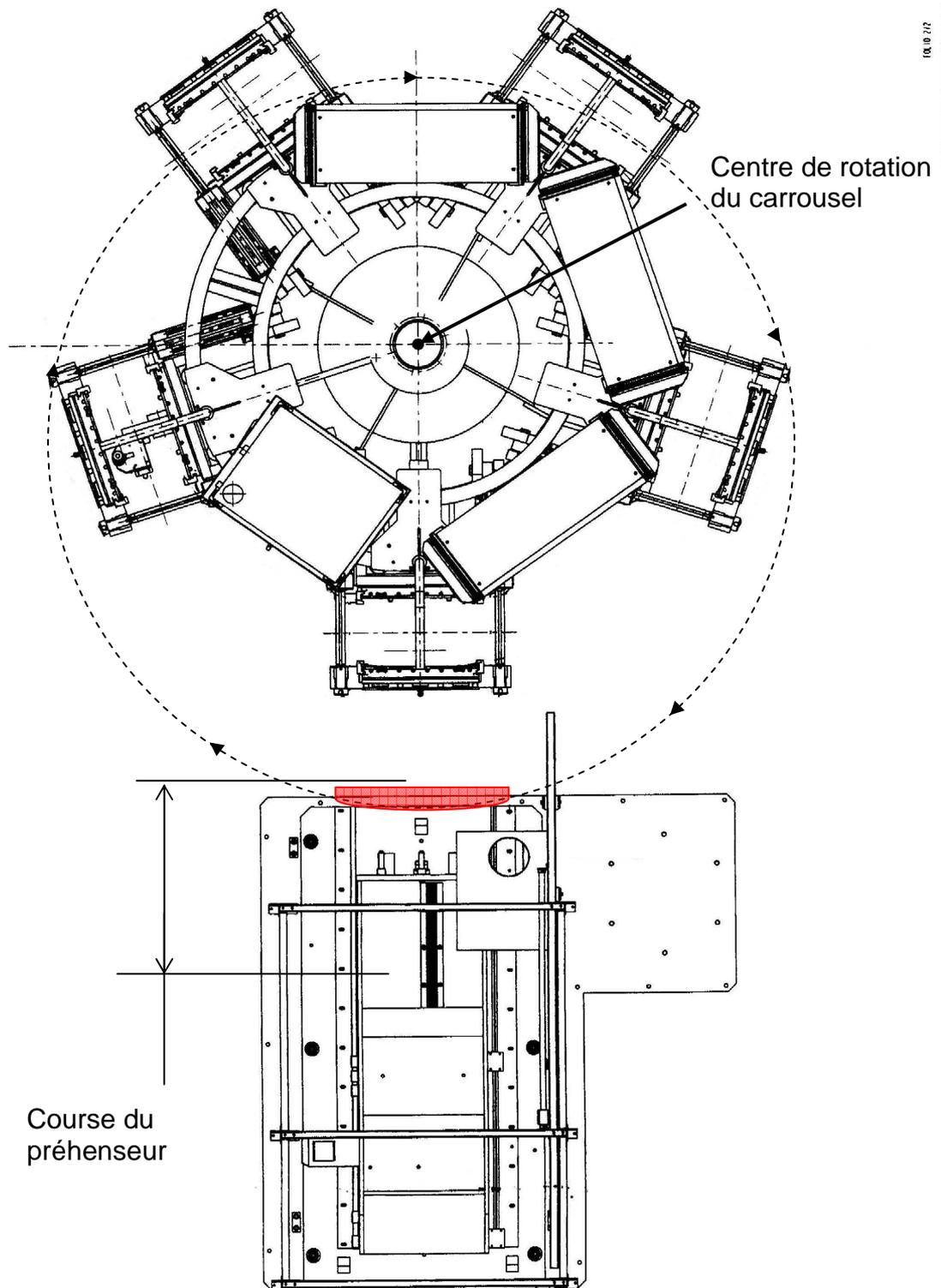
	Désignation	Fonction
PS522	(Pressostat) Manocontact	Interrompt ou établit un circuit électrique lorsqu' un seuil de pression est atteint
Rp25	Régulateur de pression (détendeur)	Permet le réglage manuel de la pression de service

4.2.6

À l'activation de EV628 et EVS654, si alimentation en air, la pression croit jusqu'à la valeur réglée par RP25, la détection se fait par le pressostat, la cuve monte ; Activation de EVS 655 descente cuve.

Partie 5

5.1



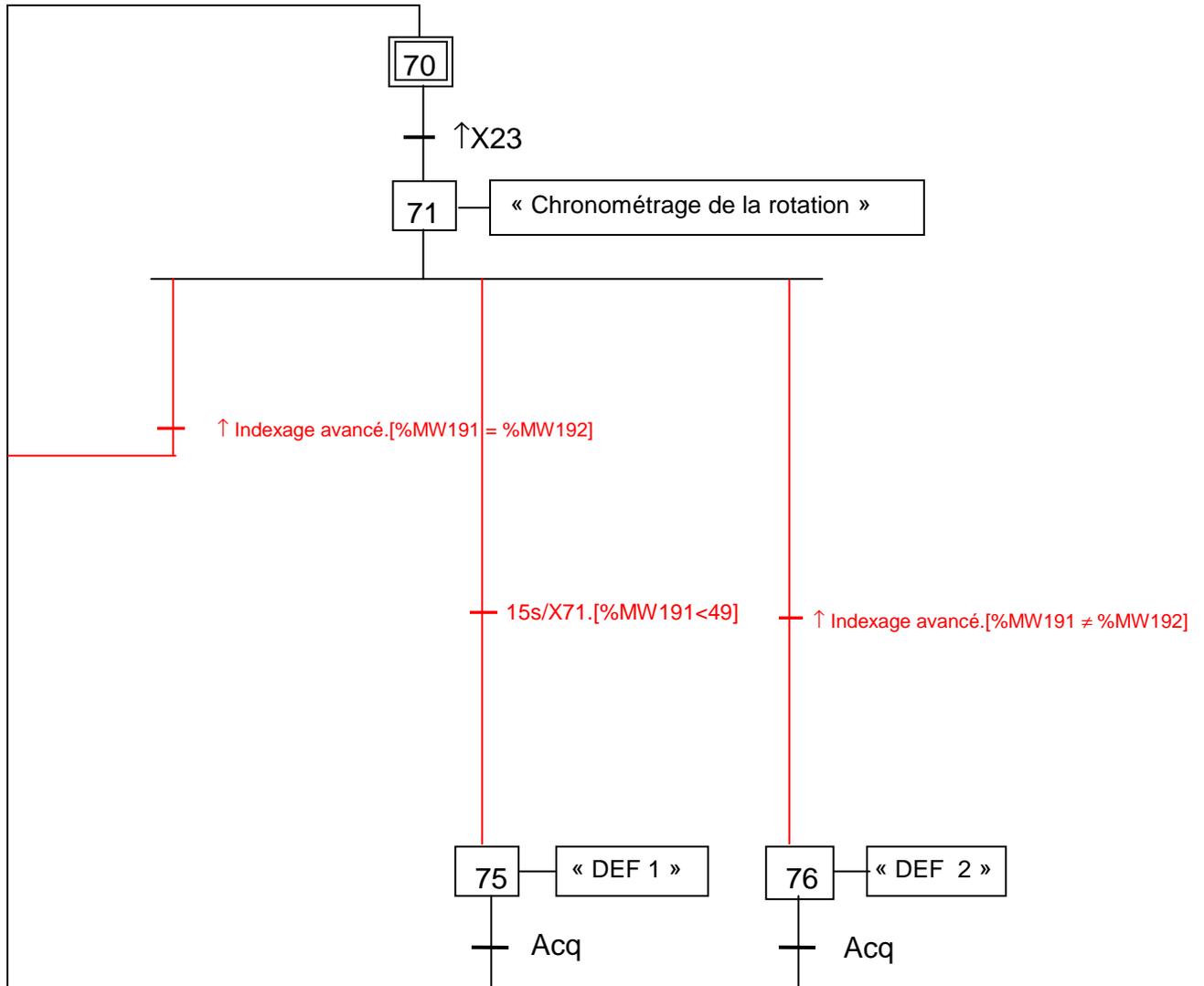
5.2

Si le préhenseur est en position avant, la rotation n'est pas possible afin d'éviter une collision entre les deux postes. On pourrait également ajouter un verrouillage mécanique entre 2KM8A et 2KM8B afin de ne pas pouvoir piloter en même temps la rotation du carousel et l'avance du transfert.

5.3.1

Pour traiter notre problème, nous avons à coder la position de 5 postes.
3 bits en binaire permettent de coder $2^3 = 8$ positions alors que 2 bits ne permettent de coder que $2^2 = 4$ positions.

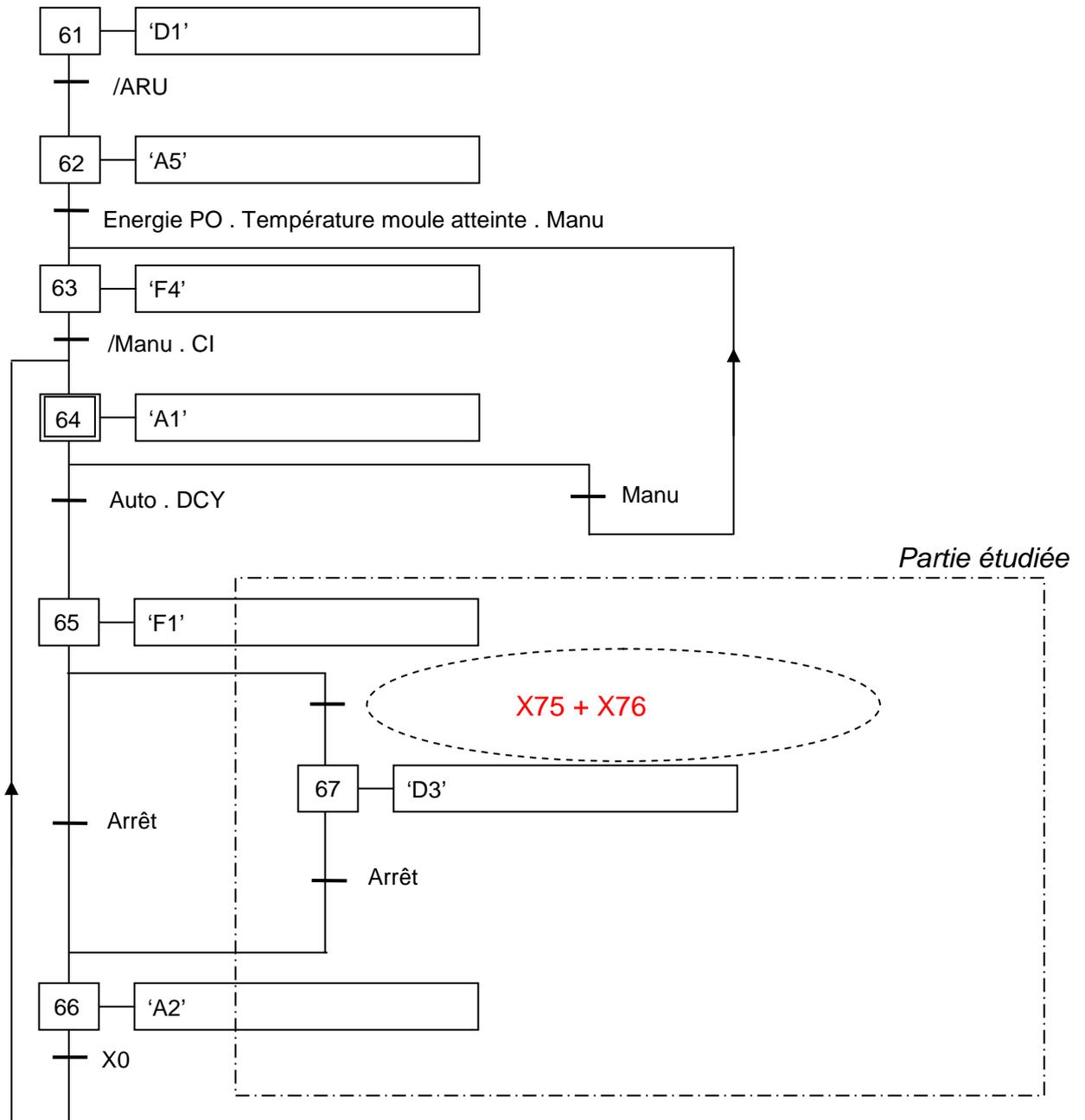
5.3.2



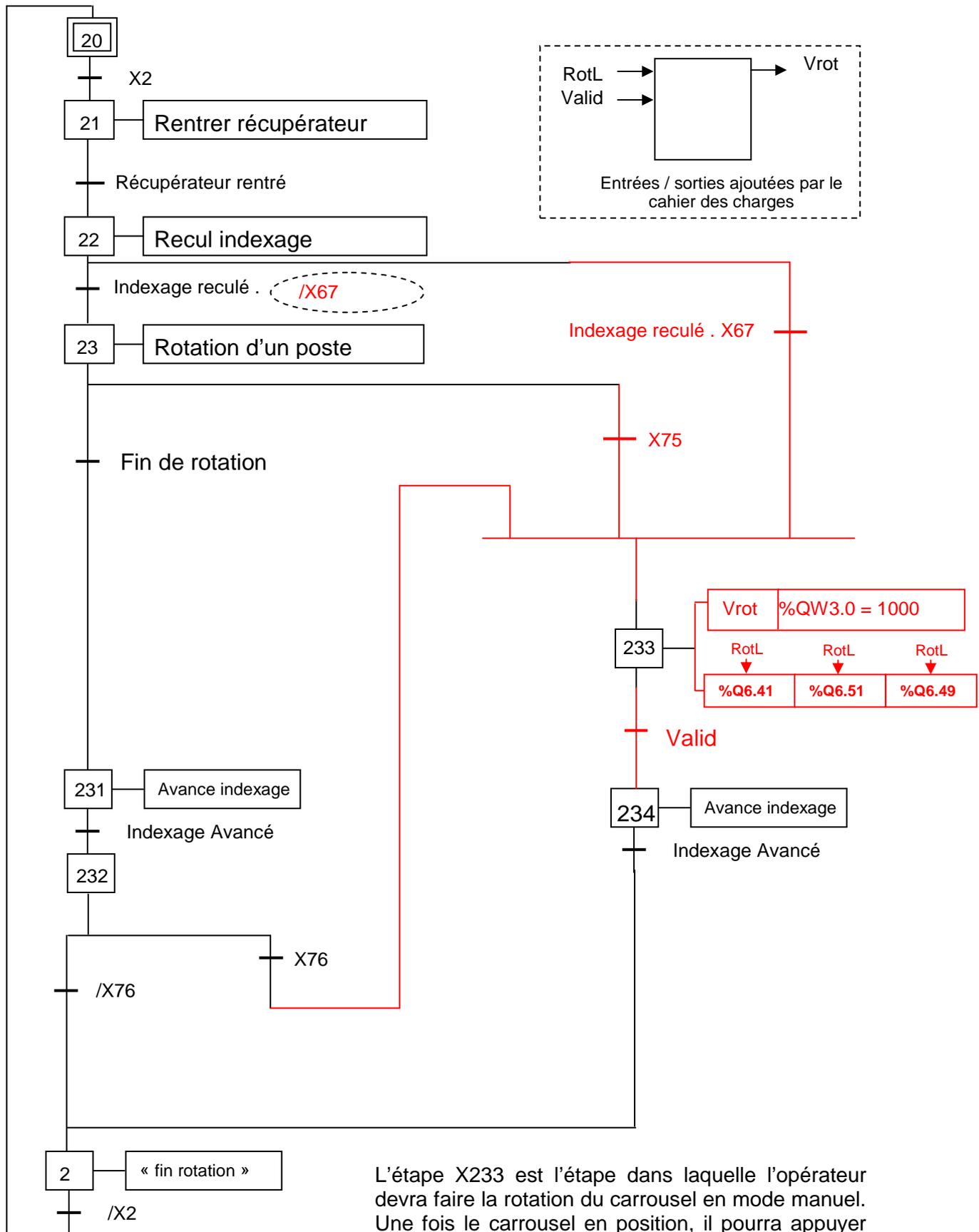
Libellé du défaut	
DEF 1	Capteur du nombre de dents de la couronne HS
DEF 2	Mauvais positionnement du carrousel en fin d'indexage

5.3.3

GMMA



5.3.4



L'étape X233 est l'étape dans laquelle l'opérateur devra faire la rotation du carrousel en mode manuel. Une fois le carrousel en position, il pourra appuyer sur Validation. L'indexage se fera et le cycle se poursuivra.