



# TRAVAIL DEMANDE :

## **1°) Etude de la fonction FT1 « Maintenir le cadre »**

La cadence de production envisagée par le client impose que la durée d'activité de la tâche T1 « Maintenir le cadre » soit de 0,5 seconde maximum.

Objectif de l'étude :

Dimensionner la chaîne d'action pneumatique associée aux vérins presseurs.  
( Voir document DT4)

### **Question 1 : (répondre sur le document DR1)**

La chaîne d'action étudiée est constituée :

- d'un distributeur,
- d'un régleur de vitesse (réglage en sortie de tige),
- d'un vérin double effet.

Données :	Effort de maintien du cadre	450N < F < 550N
	(immobiliser efficacement sans déformer le cadre),	
	Pression d'alimentation du circuit pneumatique	6 bar
	Course de serrage	150 mm.
	Taux de charge si poussée statique	1
	Taux de charge si poussée dynamique	0,5
	(garantir une poussée régulière)	

1-1) Calculer et choisir dans le 1<sup>er</sup> tableau des dimensions standards fourni en document DT4 le diamètre du vérin presseur.

Pour optimiser le circuit pneumatique, il faut associer les composants et constituants dont les caractéristiques de débit sont compatibles. Ces caractéristiques sont couramment exprimées en longueurs équivalentes de tuyauterie (en mètres).

Le 2<sup>ème</sup> tableau fourni en document DT4 indique la longueur équivalente de différents composants.

Le 3<sup>ème</sup> tableau fourni en document DT4 indique, pour les dimensions standards de vérin, les longueurs équivalentes qui assurent une vitesse de 0,2 m.s<sup>-1</sup> en charge et 0,3 m.s<sup>-1</sup> à vide.

1-2) Le troisième tableau correspond-il à l'exigence de la cadence de production envisagée si on considère comme nul le temps de mise en vitesse du vérin presseur ? Justifier la réponse.

1-3) Dans l'éventualité d'une exploitation possible, quelle doit être la taille ( $\phi$  intérieur x  $\phi$  extérieur) et la longueur maximale de la tuyauterie entre le vérin et le distributeur ? Justifier la réponse.



## **2°) Etude de la fonction FT2 « Déplacer longitudinalement la tête de fichage »**

La cadence de production envisagée par le client impose de réaliser 40 grands cadres à l'heure.

### **Question 2 : (répondre sur le document DR2)**

Le plus grande dimension d'un cadre à équiper est de 2650 mm .

Données :      Entraxe maxi entre deux fiches      a= 600 mm  
                    Position de la première fiche par rapport au haut du cadre      b= 80 mm  
                    Position de la dernière fiche par rapport au bas du cadre      c= 80 mm

Déterminer le nombre de fiches à placer sur ce cadre. Par mesure de sécurité, on choisira le nombre entier immédiatement supérieur.  
En déduire la distance entre deux fiches.

### **Question 3 : (répondre sur le document DR2)**

Objectif de l'étude :

Déterminer le temps total de pose des fiches  
( Voir document DT5 et DT12)

Données :

- Les opérations manuelles d'approvisionnement (chargement et déchargement) durent 22 s
- Le maintien et la mise en place du cadre durent 0.5 s chacun.
- La mise en place (chargement automatique) de la fiche dans le mandrin de vissage dure 0.5 s..
- L'extrémité du foret est située à 10 mm de la paroi du cadre (course d'approche).
- L'extrémité de la fiche en position dans la tête de vissage est située à 10 mm de la paroi du cadre (course d'approche).
- La vitesse d'avance et de recul de la tête de perçage est de 0.2 m/s.
- Le perçage à une profondeur de 40 mm.
- Le déplacement vertical des deux têtes dure 1s.
- La fréquence de rotation du moteur entraînant la tête de vissage est de 750 tr/min.
- La transmission de mouvement de rotation entre la tête de vissage et son moteur est de type poulie courroie de rapport de réduction 1/2
- Le pas du filet de la fiche est de 1 mm.
- La longueur du filet de la fiche est de 40 mm.
- L'avance de la tête de vissage est ajustée de manière à ce qu'elle soit identique à l'avance de la fiche due à son filet.
- La vitesse de recul de la tête de vissage est de 0.2 m/s.



Questions :

3-1) Déterminer le temps de l'opération de perçage.

3-2) Déterminer le temps de l'opération de pose de la fiche (chargement plus vissage).

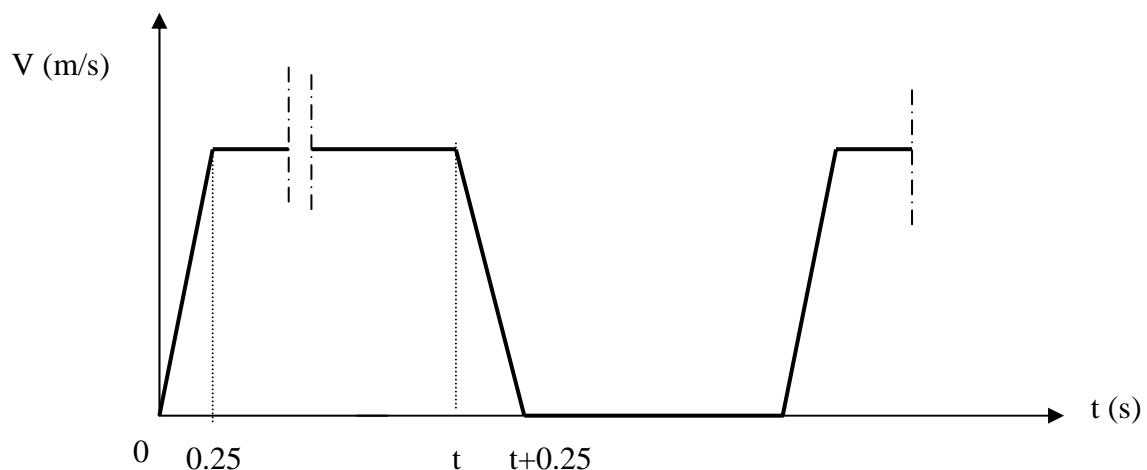
**Question 4 : (répondre sur les documents DR2 , DR3 et DR4)**

Objectif de l'étude :

Vérifier la cadence de production  
( Voir document DT2 et DT3)

Données et hypothèses :

- Le servomoteur TRANSTECHNIK à courant continu est associé à un réducteur TRANSTECHNIK BGT 800 (rapport de réduction 1/12) ; l'ensemble est lié à la tête de fichage.
- La transmission du mouvement s'effectue avec un système pignon crémaillère, la crémaillère est liée au bâti de la machine.
- Le pignon monté sur l'arbre du réducteur a pour caractéristiques :  $Z= 24$ ,  $m= 2.5$  mm.
- Le diagramme de mise en vitesse envisagé pour l'ensemble de la tête de perçage et de fichage (masse voisine de 100 kg) est de type trapézoïdal comme l'indique la figure ci-dessous



Questions :

4-1) Déterminer la vitesse  $V$  (m/s) du déplacement longitudinal de la tête de fichage durant la phase de déplacement à vitesse constante.

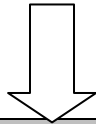
4-2) Déterminer le temps total mis pour un déplacement.

4-3) Vérifier si le temps de production du plus grand cadre, imposé dans le cahier des charges par le client, est respecté. Justifier votre réponse.



Le chargement d'une fiche provenant du magasin peut être effectué à n'importe quel moment sauf pendant le déplacement vertical des têtes de perçage et de vissage.  
On modifie le découpage des tâches de la façon suivante :

Tâches	Temps	Description
<b>T4</b> CHARGER / POSER LA FICHE	A calculer	Mise en place de la fiche dans le mandrin de vissage, mise en rotation et avance du mandrin de vissage puis retour en situation initiale



La tâche **T4** est divisée en deux tâches **T41** et **T42**

Tâches	Temps	Description
<b>T41</b> CHARGER LA FICHE	0,5s	Mise en place de la fiche dans le mandrin de vissage
<b>T42</b> POSER LA FICHE	A calculer	Mise en rotation et avance du mandrin de vissage puis retour en situation initiale

4-4) Proposer sur le document DR4 une modification du grafcet de coordination des tâches qui permette d'exécuter la tâche T41 « CHARGER LA FICHE » en temps masqué.

4-5) La cadence de production est-elle maintenant respectée ? Justifier la réponse.

### **Question 5 : (répondre sur les documents DR5, DR6 et DR7)**

#### **Objectif de l'étude :**

Identifier les caractéristiques de la boucle de positionnement  
( Voir document DT6)

La position longitudinale de la tête de fichage est contrôlée par un codeur incrémental monté sur l'arbre du pignon d'entraînement. Sa résolution est de 1000 points par tour.

La commande (A.P.I.) est équipée d'une carte de positionnement qui comptabilise les fronts montants et descendants de la voie A venant du codeur (exploitation double). La capacité de comptage de ce module est de 30 000 impulsions. La reconnaissance du sens de déplacement est assurée en surveillant la voie B associée à la voie A.

L'origine est située à la position où l'axe des mandrins coïncident avec le bord du cadre (à 80 mm de l'axe de la première fiche). La position d'origine est définie par un détecteur inductif (détecteur d'origine) et le signal Z (top 0) du codeur incrémental.

5-1) Expliquer brièvement de quelle façon la commande reconnaît le sens de déplacement de la tête de fichage.

5-2) Expliquer brièvement la procédure de prise d'origine.



5-3) Déterminer la précision (en mm) de positionnement longitudinal de la tête de fichage.

5-4) Définir la valeur du compteur lorsque la tête de fichage est sur la deuxième fiche.

5-5) En prenant comme hypothèse qu'un grand cadre se compose de six fiches, vérifier que la capacité du compteur n'est pas dépassée. Justifier la réponse.

5-6) Identifier chaque élément du schéma illustrant la constitution générale de la boucle de position (voir l'exemple sur DR6).

5-7) Les quatre figures des documents DR6 et DR7 présentent les caractéristiques typiques d'une chaîne fonctionnelle asservie en position. Placer un x dans les cases correspondant au comportement et au gain de chaque caractéristique.

### **3°) Etude de la tête de fichage**

Chaque mandrin est *solidaire* d'un *coulisseau* 29 qui peut se déplacer le long de deux guides verticaux (voir documents DT10, DT11, DT13 et DT14 ).

Le déplacement vertical s'effectue grâce au vérin double effet 21,22 et aux leviers de renvoi 23, 25 ainsi qu'à la vis de réglage 39 .

Les mandrins en position de travail (dans 31) ou d'attente (dans 27) sont indexés par un système bille ressort, puis bloqués par un vérin pneumatique (04, 06, 08, 09)

#### **3.1 Etude des fonctions FT3 « Percer le cadre » et FT5 « Poser la fiche »**

Les fonctions FT3 et FT5 se décomposent en quatre étapes successives :

- Blocage du mandrin et mise en rotation
- Avance et rotation du mandrin
- Retour de l'ensemble
- Déblocage du mandrin

Après indexage du mandrin en position travail, et avant la mise en rotation de celui-ci, il faut exercer un effort supplémentaire sur la bille 05 afin de la bloquer contre le coulisseau 29

Cette fonction est assurée par l'ensemble tige 08 et vérin 06,04

Après cette opération, le vérin pneumatique d'avance 24, 26 assure la translation du mandrin.

#### **Question 6 : (répondre sur le document réponse DR8)**

En s'aidant des documents DT13 et DT 14

Compléter le schéma cinématique relatif à la fonction FT 31.



**Question 7 : (répondre sur le document réponse DR9)**

En s'aidant des documents DT13 et DT 14

Compléter le tableau proposé en indiquant l'état (A = admission, E = échappement) pour chacune des chambres p1, p2, p3 repérées sur le document DR3 ainsi que les numéros des pièces en mouvement.

**Question 8 : (répondre sur les documents DR9 et DR10)**

Objectif de l'étude :

Définir le cycle de perçage et identifier les causes de dysfonctionnement (voir documents DT7 et DT8)

Le mouvement de rotation du mandrin de perçage est obtenu par un moteur triphasé à deux vitesses **M**. Le perçage est réalisé à grande vitesse.

L'avance du mandrin est obtenue par un vérin double effet hydropneumatique **1C**.

Le blocage du mandrin (après indexage par la bille) est obtenu par un vérin simple effet pneumatique **2C**.

8-1) Ecrire l'expansion de la macro-étape M2 relative à la tâche T2 « PERCER LE CADRE » d'un point de vue partie commande.

8-2) Ecrire l'équation de chaque action.

8-3) Justifier la présence des contacts normalement fermés (NF) repérés **KM1** et **KM2** (bornes 21 et 22) dans le circuit de commande des contacteurs grande et petite vitesse du moteur **M**.

8-4) Le relais KA5 est un relais de sécurité. Ecrire l'équation de son alimentation.

8-5) Citer deux causes de coupure intempestive du moteur M en cours de fonctionnement.

**3.2 Etude de la fonction FT4 : « Déplacer les mandrins »**

Dans la position où le mandrin de vissage vient d'être actif, on va déterminer l'effort permettant de dégager les deux mandrins *après son déblocage* par le vérin 04, 06, 08, 09.

**Question 9 : (répondre sur les documents réponses DR10 et DR11)**

Objectif de l'étude:

Déterminer l'effort nécessaire au déplacement vertical des deux mandrins.



### Hypothèses

- le mandrin admet le plan de la figure comme plan de symétrie verticale.
- les actions mécaniques du guide 27 sur le coulisseau 29 se ramènent à des actions ponctuelles aux points A et B
- la tige 08 n'exerce plus d'action sur la bille 05
- le facteur d'adhérence de 27 sur 29 est de 0.1
- le poids de l'ensemble à déplacer est de 11 N appliqué au centre de gravité
- on donne les éléments de réduction de l'action de la bille sur le mandrin (action due au ressort 12)
- l'action du mandrin de perçage sur le mandrin de vissage est verticale et appliquée en D

### Données :

$$O\vec{A} = -11\vec{x} + 30\vec{y}$$

$$O\vec{B} = -30\vec{y}$$

$$O\vec{C} = -0.5\vec{x} - 5.5\vec{y}$$

$$O\vec{G} = -54.5\vec{x}$$

$$O\vec{D} = -5.5\vec{x} - 34.5\vec{y}$$

$$\tau(bille / mandrin) = \begin{Bmatrix} -15 & 0 \\ -15 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{(x,y,z)}$$

Unités : longueurs en mm ; efforts en N

### Questions :

- 9-1) Faire le bilan détaillé des actions mécaniques extérieures sur le mandrin de vissage et les dessiner sans échelle sur le schéma proposé
- 9-2) Déterminer l'action mécanique nécessaire au déplacement du mandrin de vissage.
- 9-3) Déterminer l'effort nécessaire au déplacement vertical des deux mandrins. On estime que l'effort nécessaire au déplacement du mandrin de perçage est égal à 80% de celui nécessaire au déplacement du mandrin de vissage.

### Question 10 : (Répondre sur le document DR12 )

#### Objectif de l'étude:

Vérifier une caractéristique de l'actionneur de la fonction FT4  
(voir document DT15)

L'actionneur de la fonction FT4 est le vérin double effet 21, 22. Sous l'action de l'effort précédemment calculé et dans la position la plus défavorable, un logiciel de résistance des matériaux nous indique l'état des déformations dans l'ensemble tige de vérin et leviers de renvoi ( 23, 25 et 39).



Question :

10-1) Enoncer les problèmes qui sont susceptibles d'apparaître lors de la déformation de cet ensemble dans les liaisons avec les solides environnants.

10-2) Citer les solutions adoptées par le constructeur afin de résoudre ces éventuels problèmes.

**Question 11 : (répondre sur le document DR12)**

Objectif de l'étude:

Etablir le schéma pneumatique de l'actionneur  
(voir document DT9)

Données complémentaires :

Le déplacement vertical des mandrins est obtenu par un vérin double tige pneumatique **3C** (21, 22 sur DT13).

La vitesse de déplacement doit être réglable dans les deux sens.

La partie mobile doit rester en position en cas de coupure des énergies (commande et/ou puissance).

Le pilotage est assuré par un automate programmable.

A partir de la bibliothèque d'éléments fournie sur le document DT9, tracer le schéma pneumatique du vérin **3C**.

**4°) Etude de la fonction FT 531 : « Maintenir la fiche »**

**4.1 Modification d'un composant suite à un dysfonctionnement**

La fiche, une fois mise en place dans le mandrin de vissage, est maintenue correctement dans celui-ci tant que le mandrin ne tourne pas. Dans quelques cas, le maintien peut s'avérer insuffisant lorsque la tête de vissage tourne à vitesse nominale.

**Question 12 : (Répondre sur le document DR13 )**

( voir document DT16 )

Le concepteur a fait une simulation grâce à un logiciel de calcul *dynamique* sur le comportement d'un mandrin de vissage lors de la mise en rotation de celui-ci, afin d'évaluer l'effort de serrage sur la fiche.

Questions :

12-1) Justifier succinctement l'allure de la courbe de l'effort de serrage en fonction de la fréquence de rotation. (fréquence nominale de rotation obtenue en 0.25 s)





12-2) Le concepteur opte pour un nouveau mandrin de vissage dont les formes sont définies sur le document DT 16 .

Justifier sous forme de croquis, schémas, explications ou sous toutes formes jugées utiles, le meilleur maintien de la fiche.

## **4.2 Etude de la fonction guidage d'une pince de vissage 317 par rapport au corps du mandrin 315**

### **Question 13 : (Répondre sur le document DR14 )**

#### **Objectif de l'étude :**

Etablir les spécifications fonctionnelles du mandrin de vissage

#### **Questions :**

13-1) Colorier, en rouge, sur les vues en perspective les surfaces qui participent à la fonction guidage d'une pince 317 avec le corps 315

13-2) Sur les vues en plan porter les spécifications fonctionnelles, non chiffrées, qui assurent la fonction guidage d'une pince 317 avec le corps 315.

### **Question 14 : (répondre sur le document DR15)**

#### **Objectif de l'étude :**

Concevoir l'indexage du mandrin de vissage

L'arrêt du moteur pendant le vissage est déclenché par le changement d'état du contact de fin de course, lié à la tête de fichage. Ce dernier est obtenu lorsque la tige de la butée vient en contact avec le cadre. Le moteur arrête d'entraîner le mandrin de vissage dès que le contact est activé. Cependant l'énergie cinétique du mandrin de vissage prolonge son mouvement. La position correcte (coaxialité) des axes des fiches n'est plus garantie.

Le pas de la vis est de un millimètre. Sur un cadre comprenant 3,4 fiches ou plus, il est difficile d'obtenir leur alignement.

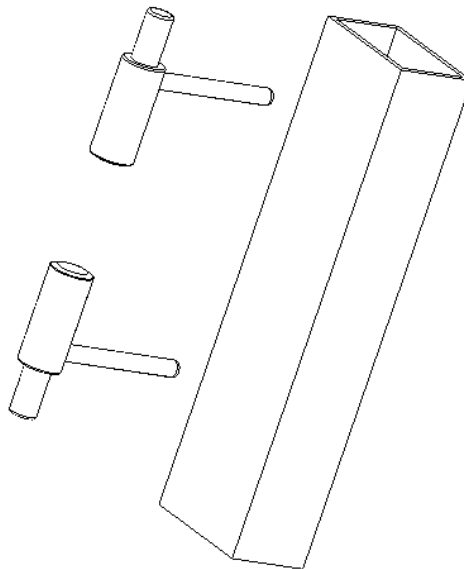
Ceci conduit le monteur à dévisser certaines fiches pour obtenir l'alignement, diminuant en cela l'efficacité du serrage de celles-ci



Données : Cahier des charges associé à cette fonction technique.

Fonctions	Libellé de la fonction	Critère d'appréciation	Niveau	Flexibilité
FT53	Visser les fiches dans les avants – trous	-Coaxialité des axes des fiches -Orientation des fiches  -Position de l'axe de la fiche par rapport au cadre -Vitesse de vissage	- $\varnothing$ 0.3 mm  -Vers la droite ou la gauche selon fichage de l'ouvrant droit ou gauche. - Réglable entre 10 et 12 mm  -700 tr/min	F0  F0  +/- 1 mm  +/-50 tr/min F0 : impératif

Le constructeur souhaite donc pouvoir réaliser *l'indexage* du mandrin de vissage (ou de son axe) dans une des deux positions correspondant à un ouvrant droit ou un ouvrant gauche. En effet, selon le sens d'ouverture de la fenêtre, l'axe d'articulation de la fiche est décalé d'un demi-tour.



Question :

Proposer sous forme de croquis, dessin, schéma (au choix) une solution répondant à l'objectif de l'étude.