

Ecole Nationale d'Ingénieurs de Brest

Vendredi, 14 avril 2000.

Durée : 2 heures

PRODUCTIQUE : devoir surveillé n° 4*« J'aime doser les mélanges de peinture ! »*▪ Consignes habituelles :

- Tout résultat doit être **justifié**.
- Il faut se méfier de la susceptibilité du correcteur et rendre une **copie propre**, où les **résultats sont encadrés** et les **questions numérotées**.
- **Respectez les notations** et le formalisme imposés par le sujet.
- Toute **remarque judicieuse** sera appréciée.
- Commencez par lire **TOUT** le sujet : les différentes parties sont indépendantes.

Bon courage.

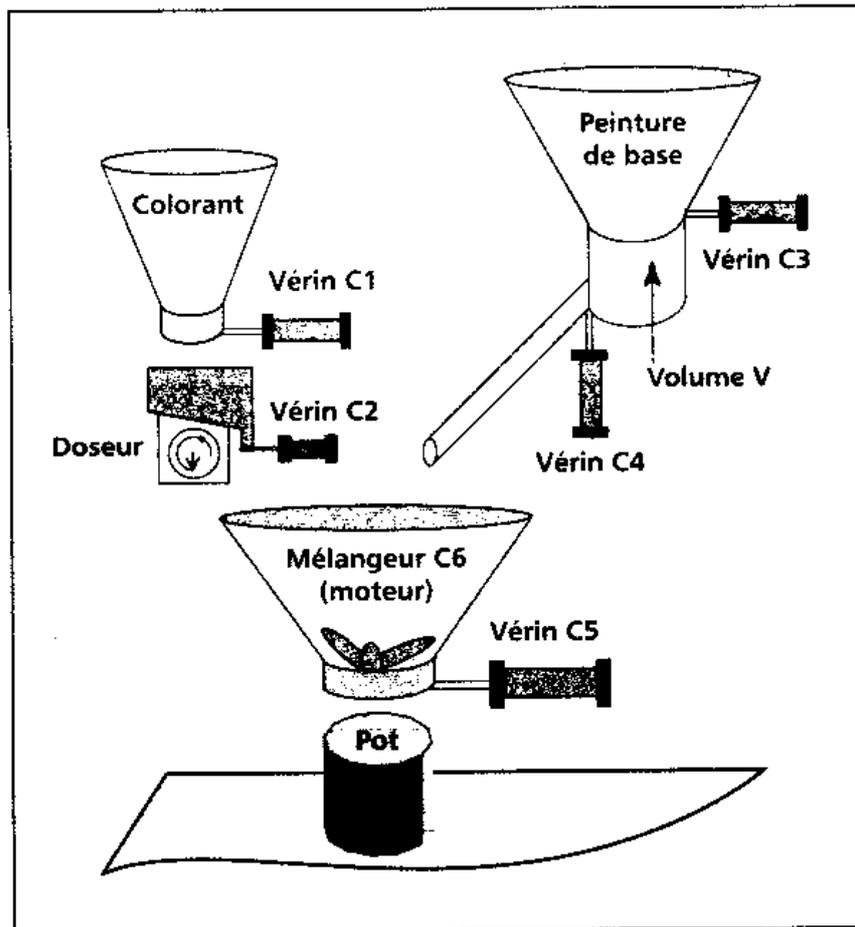
▪ Barème approximatif sur 20 points :

- Analyse du fonctionnement : 14
- Mise en œuvre du TSX47/30 : 6

**Aucun document autorisé
Calculatrice interdite****Le document réponse REP1 (même vide) est à remettre
impérativement avec la copie.**

Le système automatisé considéré permet de réaliser des tons très précis de couleurs à partir d'un dosage minutieux de colorants, déterminé au préalable (Cf. schéma ci-après). Sa partie opérative est constituée de six actionneurs :

- 5 vérins double effet, munis chacun de deux détecteurs ILS (interrupteurs à lame souple avec aimants),
- le moteur du mélangeur.



1. Analyse du fonctionnement du dispositif de dosage

Le ton est réalisé en mélangeant une peinture de base et un colorant. Après avoir dosé le colorant, on le verse dans le mélangeur. On complète ensuite avec la peinture de base : on ajoute le volume nécessaire pour compléter le pot. On mélange le tout de manière à avoir une couleur homogène, puis on remplit le pot.

- Dosage du colorant : quand le vérin C1 est rentré, le colorant coule dans le bac posé sur le doseur. On pèse précisément la masse M_{color} de colorant à mélanger selon la recette donnée.
- Introduction du colorant dans le mélangeur : on rentre le vérin C2. On ne le fait sortir pour fermer le bac de dosage que lorsque le doseur mesure une masse faible (inférieure à M_{min}).
- Introduction de la peinture de base dans le mélangeur : on dose un volume élémentaire V en rentrant le vérin C3 (V peut être modifié en changeant la « cartouche de dosage » sur la machine pour s'adapter à la recette de mélange). Puis on isole le réservoir de peinture de base et on verse le volume V dans le mélangeur en sortant le vérin C4 et en le maintenant sorti pendant une durée $T_{\text{dosbas}}=30$ s. On recommence ces opérations jusqu'à ce que l'on ait complété le volume V_{pot} à mettre dans le pot. Dès le premier volume V versé dans le mélangeur, le moteur C6 est mis en marche.

- **Mélange** : le moteur C6 démarre pendant l'introduction de la peinture de base et tourne pendant $T_{\text{mélange}}=45$ s quand le volume complet de peinture de base a été versé.
- **Remplissage du pot** : on rentre le vérin C5 et on laisse couler pendant une durée $T_{\text{remp}}=2$ min.

En fin de journée (ou lors d'un changement de recette de mélange) on procède au nettoyage automatique du système en faisant trois dosages de pots : un solvant remplace alors la peinture de base et le colorant.

NB : dans le cadre de cette étude, on ne considère ni le convoyage des pots vides ni l'évacuation des pots de mélange pleins.

1.1. Modes de marche du système de dosage

Un commutateur quatre positions permet un fonctionnement suivant quatre modes de marche.

1.1.1. Mode automatique : AUTO

L'appui sur le départ de cycle **dcy** permet de réaliser des pots de mélange en continue d'après le procédé décrit précédemment. Un commutateur deux positions (marche/arrêt) permet à tout instant, s'il est positionné sur arrêt, de réaliser un arrêt en fin de cycle. L'enchaînement des cycles se fera si le pot rempli a été évacué et si un pot vide est en position, ce qui sera traduit par l'information **np=1**.

1.1.2. Marche manuelle : MANU

Chaque actionneur peut-être piloté individuellement dans n'importe quel ordre à partir d'un bouton poussoir placé sur le pupitre. Les commandes des vérins sont réalisées par un seul bouton poussoir, tout relâchement du bouton entraîne l'arrêt du vérin.

Les conditions de fonctionnement de chaque actionneur comprennent des conditions de marche, arrêt et sécurité. Il est à noter que l'opérateur intervenant dans ce mode sera considéré comme légalement responsable des éventuelles dégradations et accidents que pourraient entraîner le déroulement simultané de toutes opérations incompatibles.

1.1.3. Marche cycle par cycle: C/C

L'appui sur le bouton poussoir départ de cycle **dcy** permet la réalisation d'un pot de mélange d'après le cycle décrit précédemment. Le système s'arrête dès l'apparition de **np=1** et le retour en position initiale des différents éléments constituant la machine.

1.1.4. Marche de nettoyage: NET

L'appui sur le départ de cycle **dcy** permet de nettoyer automatiquement le système en faisant trois dosages de pots : un solvant remplace alors la peinture de base et le colorant. Le

cycle correspond à celui décrit pour le mode AUTO. Pendant ce cycle, le voyant VNET clignote.

1.2. Gestion des voyants

Afin de connaître l'état de la machine et l'avancement du cycle de production, une série de voyants de différentes couleurs sont positionnés sur le pupitre :

- Voyants rouges : défauts
 - **VDCI** : défaut de conditions initiales ;
 - **VARU** : voyant d'arrêt d'urgence.
- Voyant orange : état de la machine
 - **VALIM** : voyant de la mise sous tension ;
- Voyants blancs : modes de marche
 - **VAUTO** : voyant du mode automatique ;
 - **VC/C** : voyant du mode cycle par cycle ;
 - **VMANU** : voyant du mode manuel ;
 - **VNET** : voyant du mode de nettoyage .
- Voyants verts : nouveau pot présent
 - **VNP** : voyant de présence du signal **np=1**

Lors de sa prise de poste, l'opérateur a pour consigne de se mettre en mode manuel et d'appuyer sur le bouton poussoir **tvoy** de manière à tester le bon fonctionnement de tous les voyants.

1.3. Sécurité et défaut

▪ Défaut de conditions initiales :

Si lors du démarrage d'un cycle (en modes AUTO, NET ou C/C) les conditions initiales du système ne sont pas respectées, la machine se met en défaut.

Le voyant **VDCI** s'allume et l'opérateur doit procéder à la remise en position initiale de la partie opérative grâce au mode manuel. Ceci étant réalisé, le cycle pourra alors s'exécuter.

▪ Arrêt d'urgence :

Pour des raisons de sécurité il est nécessaire d'introduire un ARU (arrêt d'urgence). En cas d'incident, l'opérateur appui sur un bouton coup de poing placé sur la machine. Il permet de l'arrêter. Le cycle en cours est alors figé, les actions sont stoppées et le voyant **VARU** du pupitre est allumé.

Après déverrouillage du bouton d'arrêt d'urgence, la remise en route de la machine s'effectue par un acquittement du défaut en appuyant sur le bouton poussoir **acq** placé sur le pupitre. L'opérateur doit alors réaliser l'ensemble des réparations permettant de rendre la partie opérative compatible avec le fonctionnement normal (position initiale). On doit lui offrir un mode de fonctionnement dégradé similaire au mode manuel. Alors le voyant **VARU** est allumé et clignote jusqu'au retour à une situation normale.

1.4. Travail demandé

- 1.4.1. **Définir** sur le document réponse **REP1** l'état de la partie opérative du système en début de cycle (conditions initiales).
- 1.4.2. **Etablir** la structure hiérarchisée de GRAFCET permettant la commande du système suivant le cahier des charges défini. **Indiquer précisément** la fonction de chaque GRAFCET
- 1.4.3. **Etablir et commenter** si nécessaire les GRAFCET traitant les fonctions élémentaires de la structure hiérarchisée du système .
- 1.4.4. **Etablir et commenter le principe** du (ou des) GRAFCET de la structure hiérarchisée traitant le mode manuel.
- 1.4.5. **Etablir et commenter** le (ou les) GRAFCET de la structure hiérarchisée traitant le défaut de conditions initiales.
- 1.4.6. **Etablir et commenter** la trame du GRAFCET de la structure hiérarchisée traitant l'arrêt d'urgence.
- 1.4.7. **Expliquer** comment réaliser technologiquement (au niveau de la partie opérative) l'arrêt en position quelconque des vérins en mode manuel.

2. Mise en œuvre du TSX47/30

- 2.1. Dans le cas d'une application monotâche, **expliquer** à l'aide un ou plusieurs **schéma(s)** le traitement du programme en distinguant le cas d'un programme avec GRAFCET d'un programme sans GRAFCET **Indiquer** les langages de programmation utilisables dans chacun de ces deux cas.
- 2.2. Dans le cas d'une structure multitâches, **expliquer** ce qui se passe (du point de vue de l'automate) en cas de débordement (temporel) d'une tâche.
- 2.3. **Proposer** et **expliquer** sur le document réponse **REP1** trois types d'objets adressables sur le TSX 47/30.
- 2.4. **Expliquer et commenter** la structure des lignes de code mnémorique suivantes :
<Sortie du vérin V103
! L21 : IF B8 THEN SET B9; SET O3 ,4 ELSE RESET B10
- 2.5. **Proposer** sur le document réponse **REP1** deux méthodes pour réaliser sur le TSX47/30 la temporisation T_{temp} . **Identifier** clairement le (ou les) langage(s) de programmation et les d'objets adressables utilisés.

ANNEXE 1 : bilan partiel des entrées du système

Inventaire (partiel) des capteurs		
<i>Repère</i>	<i>Fonction</i>	<i>nature</i>
C1r	Vérin C1 rentré	Interrupteurs à lame souple avec aimant
C1s	Vérin C1 sorti	
C2r	Vérin C2 rentré	
C2s	Vérin C2 sorti	
C3r	Vérin C3 rentré	
C3s	Vérin C3 sorti	
C4r	Vérin C4 rentré	
C4s	Vérin C4 sorti	
C5r	Vérin C5 rentré	
C5s	Vérin C5 sorti	
M	Masse de colorant mesurée par le doseur	Doseur
Volv	Volume élémentaire V de peinture de base rempli	Capteur de niveau

Inventaire (partiel) des boutons et défauts		
mc	Marche en continue	Commutateur à deux positions
afc	Arrêt fin de cycle	
aru	Arrêt d'urgence	Bouton coup de poing à accrochage
man	Marche manuelle	Commutateur à quatre positions
mau	Marche automatique	
mcc	Marche cycle par cycle	
mnet	Marche de nettoyage du système	
dcy	Départ de cycle	Bouton poussoir
tvoy	Test voyants	Bouton poussoir
acq	Acquittement de défaut	Bouton poussoir
z	Zéro de la balance	Bouton poussoir
bmc6	Bouton de marche du moteur C6	Bouton poussoir
bamc6	Bouton arrêt du moteur MC6	Bouton poussoir
bpmcfc	Bouton avance d'un pas du moteur du convoyeur principal (convoyeur de flacons conditionnés)	Bouton poussoir
M _{color}	Masse de colorant à doser	Mot
M _{min}	Masse critique : le doseur est vide	Mot
V	Volume élémentaire de peinture de base	Mot
V _{pot}	Volume de peinture de base nécessaire pour remplir le pot	Mot
dci	Défaut de conditions initiales	Bit
np	Pot plein évacué et nouveau pot présent	Bit

Pour commander chaque actionneur **ACTION** en mode manuel, on utilise deux boutons poussoirs **bsaction** (c'est à dire « bouton avancer l'actionneur ACTION ») ou **braction** (c'est à dire « bouton rentrer l'actionneur ACTION »).

Exemple : Le bouton poussoir **bsc1** permet, en mode manuel, de commander la sortie du vérin C1 soit l'action **SC1**. Cette action ne se fait que lorsque le bouton poussoir est enfoncé. Dès que **bsc1** est relâché, C1 s'arrête là où il est.

ANNEXE 2 : bilan partiel des sorties du système

Inventaire partiel des actionneurs et sorties associées ⁽¹⁾			
C1	SC1	Vérin de réservoir de colorant	Vérin pneumatique double effet
	RC1		
C2	SC2	Vérin de fermeture du doseur	Vérin pneumatique double effet
	RC2		
C3	SC3	Vérin de réservoir de peinture de base	Vérin pneumatique double effet
	RC3		
C4	SC4	Vérin de fermeture du volume élémentaire V	Vérin pneumatique double effet
	RC4		
C5	SC5	Vérin de mélangeur	Vérin pneumatique double effet
	RC5		
C6	Moteur C6 : rotation du mélangeur		Moteur électrique
VDCI	Voyant défaut de conditions initiales		Voyant électrique
VARU	Voyant d'arrêt d'urgence		Voyant électrique
VALIM	Voyant d'alimentation		Voyant électrique
VC/C	Voyant de mode cycle par cycle		Voyant électrique
VAUTO	Voyant de mode automatique		Voyant électrique
VMANU	Voyant de mode manuel		Voyant électrique
VNET	Voyant de mode de nettoyage		Voyant électrique
VNP	Voyant de présence du signal np=1		Voyant électrique

(1) Note importante

Pour tout vérin *VER*, on alimente la sortie API *SVER* pour sortir *VER* et on alimente *RVER* pour le rentrer.

Par exemple : SC1 correspond à la commande « *sortir C1* »

RC1 correspond à la commande « *rentrer C1* »

Nom :

Prénom :

Groupe :

Document réponse REPI**Question 1.4.1 :**

Nom de l'actionneur	Etat initial	Nom et état du capteur associé	Rôle de l'actionneur	Type d'actionneur
C1				
C2				
C3				
C4				
C5				
C6				

Question 2.3 :**Question 2.5 :**