

BTS CONCEPTION ET RÉALISATION DE SYSTÈMES AUTOMATIQUES

E4 CONCEPTION PRÉLIMINAIRE D'UN SYSTÈME AUTOMATIQUE

2022

ÉLÉMENTS DE CORRECTION

Durée : 4 h 30

Coefficient : 3

**Ce document comporte 12 pages, numérotées de 1/12 à 12/12.
Dès que ce document vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.**

2022	BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques	Éléments de correction		
22-CSE4CSA-1C 22A	E4 – Conception préliminaire d'un système automatique	Coef : 3	Durée : 4 h 30	1/12

Unité automatisée de chargement d'inserts métalliques :

Partie 1 :

Procédé de surmoulage :

Question 1 :

(Sur feuille de copie)

C8 Choisir, justifier un procédé et un processus technique.

C9 Organiser les fonctions opératives afin de proposer une architecture fonctionnelle, comparer des architectures.

Choix des procédés

Nature de la liaison : encastrement

Démontage possible : non démontable

Processus du chargement manuel de l'outillage de préhension du robot de transfert 3 axes

Question 2 :

(Sur feuille de copie)

C8 Choisir, justifier un procédé et un processus technique.

C9 Organiser les fonctions opératives afin de proposer une architecture fonctionnelle, comparer des architectures.

Organisation temporelle des tâches

Durée de T6 = 45 s

Tâches simultanées à T6 : T2, T3, T4 et T5

Temps maxi de T4 (tâche opérateur) :

$$T4 \text{ maxi} = T6 - T2 - T3 - T5$$

$$T4 \text{ maxi} = 45 - 7 - 8 - 2 = 28 \text{ s}$$

T4 maxi = 28 s

Question 3 :

(Sur feuille de copie)

C8 Choisir, justifier un procédé et un processus technique.

C9 Organiser les fonctions opératives afin de proposer une architecture fonctionnelle, comparer des architectures.

Validation temporelle de la partition des tâches et de leur organisation

Durée maxi de T4 = 28 s

Temps d'attente de l'opérateur entre 2 mises en place manuelles : $28 - 5 = 23 \text{ s}$

2022	BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques	Éléments de correction		
22-CSE4CSA-1C 22A	E4 – Conception préliminaire d'un système automatique	Coef : 3	Durée : 4 h 30	2/12

Partie 2 :

Automatisation du chargement de l'outillage du robot 3 axes.

Question 4 :

(Sur feuille de copie)

C8 Choisir, justifier un procédé et un processus technique.

C9 Organiser les fonctions opératives afin de proposer une architecture fonctionnelle, comparer des architectures.

Choix des processus

Masse du magasin rempli :

Masse du magasin à vide + 360 inserts de 50 g

= 5 kg + 360 x 0,05 kg = 23 kg

Valeur entre 15 kg et 25 kg > **SOUS CONDITIONS**

Question 5 :

(Sur feuille de copie)

C8 Choisir, justifier un procédé et un processus technique.

C9 Organiser les fonctions opératives afin de proposer une architecture fonctionnelle, comparer des architectures.

Choix des processus

Temps de cycle pour 2 pièces = durée T1 + durée T6 = 5 s + 45 s = 50 s

Capacité des 2 magasins = 2 x 360 pièces = 720 pièces

Durée de production des 2 magasins = 50 s x 720/2 pièces = 36 000/2 s = 5 h

Le « besoin performance - autonomie » demande un minimum de 4 h.

> **Autonomie conforme au cahier des charges.**

Question 6 :

(Sur feuille de copie)

C8 Choisir, justifier un procédé et un processus technique.

C9 Organiser les fonctions opératives afin de proposer une architecture fonctionnelle, comparer des architectures.

Choix des processus

Pas d'interruption dans la production : à la fin d'un magasin le système enchaîne directement la prise des inserts sur l'autre plateau. L'opérateur a ainsi le temps de regarnir ou changer le magasin vide. Problématique du poids des magasins.

2022	BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques		Éléments de correction	
22-CSE4CSA-1C 22A	E4 – Conception préliminaire d'un système automatique	Coef : 3	Durée : 4 h 30	3/12

Question 7 :*(Sur document réponses 1)***C8 Choisir, justifier un procédé et un processus technique.****C9 Organiser les fonctions opératives afin de proposer une architecture fonctionnelle, comparer des architectures.**

Choix des processus

Question 8 :*(Sur document réponses 1)***C8 Choisir, justifier un procédé et un processus technique.****C9 Organiser les fonctions opératives afin de proposer une architecture fonctionnelle, comparer des architectures.**

Choix des processus

Questions 7 et 8 :

Type de robot	Orientations magasins possibles (les 2 cases peuvent être cochées)	Orientations de l'axe \vec{Z} du robot	Dimensions nécessaires	Conclusion quant à la compatibilité
Robot cartésien IAI 3 axes	<input checked="" type="checkbox"/> verticale <input type="checkbox"/> horizontale	<input type="checkbox"/> verticale <input checked="" type="checkbox"/> horizontale	X : 1 000 mm Y : 640 mm Z : 200 mm	<input checked="" type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON
Robot DENSO 4 axes type « SCARA »	<input checked="" type="checkbox"/> verticale <input type="checkbox"/> horizontale	<input checked="" type="checkbox"/> verticale <input type="checkbox"/> horizontale	Rayon d'action R : 630 mm Z : 640 mm	Modèle : HM-4060 <input type="checkbox"/> OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON
				Modèle : HM-4070 <input type="checkbox"/> OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON
Robot OMRON 6 axes	<input checked="" type="checkbox"/> verticale <input checked="" type="checkbox"/> horizontale	<input checked="" type="checkbox"/> verticale <input type="checkbox"/> horizontale	Rayon d'action R (magasins verticaux) : 630 mm	Modèle : Viper 850 <input checked="" type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON
			Rayon d'action R (magasins horizontaux) : 790 mm	Modèle : Viper 850 <input checked="" type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON

2022	BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques		Éléments de correction	
22-CSE4CSA-1C 22A	E4 – Conception préliminaire d'un système automatique	Coef : 3	Durée : 4 h 30	4/12

Question 9 :*(Sur feuille de copie)***C8 Choisir, justifier un procédé et un processus technique.****C9 Organiser les fonctions opératives afin de proposer une architecture fonctionnelle, comparer des architectures.**

Validation temporelle de la partition des tâches et de leur organisation

Dans le document ressources 3

→ Vitesse de déplacement en x = 400 mm·s⁻¹→ Vitesse de déplacement en y = 640 mm·s⁻¹

Temps de cycle (mouvements successifs) pour 2 inserts =

$$2 \times [2 \times \frac{1000}{400} + 2 \times \frac{640}{640}] + 15 = \mathbf{29 \text{ s}}$$

Question 10 :*(Sur feuille de copie)***C8 Choisir, justifier un procédé et un processus technique.****C9 Organiser les fonctions opératives afin de proposer une architecture fonctionnelle, comparer des architectures.**

Validation temporelle de la partition des tâches et de leur organisation

Temps de cycle (mouvements simultanés) pour 2 inserts =

$$2 \times [2 \times \frac{1000}{400}] + 15 = \mathbf{25 \text{ s}}$$

Il est possible d'assurer le chargement des inserts dans l'outillage de préhension en moins de 28 s avec le robot cartésien en travaillant en mouvements simultanés.

2022	BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques		Éléments de correction	
22-CSE4CSA-1C 22A	E4 – Conception préliminaire d'un système automatique	Coef : 3	Durée : 4 h 30	5/12

Question 11 :*(Sur document réponses 1)*

C10 Définir et organiser les chaînes fonctionnelles, les fonctions techniques et les technologies associées.

C11 Évaluer les coûts et les délais, estimer une enveloppe budgétaire, rédiger une offre commerciale.

Chaînes fonctionnelles : choix du type de technologie utilisé pour les éléments structurels et constitutifs

Type de robot	Risque de chute des inserts lié à l'orientation du magasin	Répétabilité $\leq \pm 0,03$	Durée du cycle < 28 s	Coût	Robot le plus approprié
Robot cartésien IAI 3 axes	<input checked="" type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON	<input checked="" type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON	<input checked="" type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON	41 000 €	Robot OMRON 6 axes
Robot OMRON 6 axes Viper 850	Magasins verticaux <input checked="" type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON Magasins horizontaux <input type="checkbox"/> OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON	<input checked="" type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON	<input checked="" type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON	35 000 €	

Cycle de chargement :

Question 12 :*(Sur feuille de copie)*

C8 Choisir, justifier un procédé et un processus technique.

C9 Organiser les fonctions opératives afin de proposer une architecture fonctionnelle, comparer des architectures.

Validation temporelle de la partition des tâches et de leur organisation

Somme des temps des tâches du robot 6 axes pour charger 2 inserts dans l'outillage en partant de la position d'attente :

$$T1 + T2 + T3 + T4 + T5 + T6 + T7 + T1 + T2 + T3$$

$$0,5 + 0,6 + 0,8 + 2,2 + 1,0 + 0,7 + 2,2 + 0,5 + 0,6 + 0,8 = \mathbf{9,9\ s}$$

2022	BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques		Éléments de correction	
22-CSE4CSA-1C 22A	E4 – Conception préliminaire d'un système automatique	Coef : 3	Durée : 4 h 30	6/12

Question 13 :

(Sur feuille de copie)

C8 Choisir, justifier un procédé et un processus technique.

C9 Organiser les fonctions opératives afin de proposer une architecture fonctionnelle, comparer des architectures.

Validation temporelle de la partition des tâches et de leur organisation

Cas de 2 empreintes :

- temps disponible pour charger : $45 \text{ s} - 17 \text{ s} = 28 \text{ s}$
- temps de chargement (Q12) : 9,9s
- > solution compatible

Cas de 4 empreintes :

- temps disponible pour charger : $49 \text{ s} - 17 \text{ s} = 32 \text{ s}$
- temps de chargement : $3 \times (T1 + T2 + T3 + T4 + T5 + T6 + T7) + T1 + T2 + T3 =$
 $3 \times 8,0 + 0,5 + 0,6 + 0,8 = 25,9 \text{ s}$
- > solution compatible

Cas de 6 empreintes :

- temps disponible pour charger : $53 \text{ s} - 17 \text{ s} = 36 \text{ s}$
- temps de chargement : $5 \times (T1 + T2 + T3 + T4 + T5 + T6 + T7) + T1 + T2 + T3 =$
 $5 \times 8,0 + 0,5 + 0,6 + 0,8 = 41,9 \text{ s}$
- > solution non compatible

Le cas 4 empreintes est donc la solution permettant le chargement maximum d'inserts par le robot 6 axes sans que le poste de surmoulage attende.

2022	BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques		Éléments de correction	
22-CSE4CSA-1C 22A	E4 – Conception préliminaire d'un système automatique	Coef : 3	Durée : 4 h 30	7/12

Partie 3 :

Choix du dispositif de préhension du robot 6 axes :

Question 14 :

(Sur les documents réponses 2 et 3)

C10 Définir et organiser les chaînes fonctionnelles, les fonctions techniques et les technologies associées.
C11 Évaluer les coûts et les délais, estimer une enveloppe budgétaire, rédiger une offre commerciale.
 Chaînes fonctionnelles : choix du type de technologie utilisé pour les éléments structurels et constitutifs

Technologies de préhension envisagées	Critères à prendre en compte		Retenue
Électro-aimant	Fiabilité de la précision du maintien en position durant le déplacement	<i>L'insert étant fabriqué dans un matériau amagnétique, la préhension par électro-aimant ne convient pas.</i>	<input type="checkbox"/> OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON
	Capacité à soulever l'insert	<i>L'insert étant fabriqué dans un matériau amagnétique, la préhension par électro-aimant ne convient pas.</i>	
Aspiration « tube »	Fiabilité de la précision du maintien en position durant le déplacement	<i>Positionnement dans l'alésage du tube > précision de maintien satisfaisante durant le déplacement</i>	<input checked="" type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON
	Capacité à soulever l'insert	Calculer la force de préhension maximale : Force de préhension théorique $F_t = P \times S$ $= (0,06 \times 10^6) \times \pi \times \frac{(8 \times 10^{-3})^2}{4}$ $= 3,0 \text{ N}$ Force de préhension avec coefficient sécurité = $F_t/3 = 1,0\text{N}$ Poids = $m \times g = (50 \times 10^{-3}) \times 9,81$ Poids = 0,49 N <i>Force de préhension générée suffisante</i>	

2022	BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques		Éléments de correction	
22-CSE4CSA-1C 22A	E4 – Conception préliminaire d'un système automatique	Coef : 3	Durée : 4 h 30	8/12

Pince à serrage parallèle	Fiabilité de la précision du maintien en position durant le déplacement	<i>Possible avec mors adaptés et limitation de l'ouverture pour ne pas toucher les inserts voisins</i>	<input checked="" type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON
	Capacité à soulever l'insert	<i>Pas de problème particulier une fois la pince fermée</i>	
Aspiration « ventouse »	Fiabilité de la précision du maintien en position durant le déplacement	<i>L'insert ne pourra être maintenu horizontal au moment de l'insertion dans le tube de chargement.</i> <i>Pas de positionnement précis au moment de la prise</i>	<input type="checkbox"/> OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON
	Capacité à soulever l'insert	Calculer la force de préhension maximale <i>Force de préhension théorique</i> $F_t = P \times S$ $= (0,06 \times 10^6) \times \pi \times \frac{(5 \times 10^{-3})^2}{4}$ $= 1,2 \text{ N}$ <i>Force de préhension avec coefficient sécurité</i> $= F_t / 3 = 0,39 \text{ N}$ <i>Poids</i> $= m \times g = (50 \times 10^{-3}) \cdot 9,81$ <i>Poids</i> $= 0,49 \text{ N}$ <i>Force de préhension générée insuffisante</i>	

2022	BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques		Éléments de correction	
22-CSE4CSA-1C 22A	E4 – Conception préliminaire d'un système automatique	Coef : 3	Durée : 4 h 30	9/12

Choix du capteur permettant de vérifier la prise d'un insert par le système de préhension.

Question 15 :

(Sur feuille de copie)

C8 Choisir, justifier un procédé et un processus technique.

C9 Organiser les fonctions opératives afin de proposer une architecture fonctionnelle, comparer des architectures.

Choisir un procédé, adapter un processus techniques

Position 1 : mors ouverts

Position 2 : mors serrés (position insert correcte)

Position 3 : mors serrés (position incorrecte : insert inversé)

Position 4 : mors serrés, sans insert

$$d1 > d3 > d2 > d4$$

Question 16 :

(Sur document réponses 3)

C8 Choisir, justifier un procédé et un processus technique.

C9 Organiser les fonctions opératives afin de proposer une architecture fonctionnelle, comparer des architectures.

Choisir un procédé, adapter un processus techniques

Type de capteur	Détection présence insert	Détection sens de positionnement insert
Détecteur magnétique TOR (type ILS) monté directement sur la pince (2 au maximum montés sur la pince)	<input checked="" type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON	<input type="checkbox"/> OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON
Capteur de position à sortie analogique (monté sur le corps de la pince)	<input checked="" type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON	<input checked="" type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON
Détecteur/raccord à chute de pression	<input type="checkbox"/> OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON	<input type="checkbox"/> OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON

2022	BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques		Éléments de correction	
22-CSE4CSA-1C 22A	E4 – Conception préliminaire d'un système automatique	Coef : 3	Durée : 4 h 30	10/12

Étude de la commande du système de préhension des inserts du robot 6 axes.

Question 17 :

(Sur document réponses 4)

C10 Définir et organiser les chaînes fonctionnelles, les fonctions techniques et les technologies associées.

Architectures matérielles de contrôle / commande :

Architectures : centralisée, répartie, distribuée,

Architectures réseaux.

C11 Évaluer les coûts et les délais, estimer une enveloppe budgétaire, rédiger une offre commerciale.

Collecter les informations nécessaires à la réponse aux appels d'offres.

Désignation	Référence	Quantité	Prix unitaire
Unité maitre	EX600-WEN1	1	769,47 €
Unité secondaire	EX600-WSV1	1	545,00 €
Distributeur bistable	SY3200-5U1	1	103,68 €
Distributeur monostable	SY3100-5U		67,56 €
Plaque de fermeture - Côté D	EX600-ED4	1	84,40 €
Plaque de fermeture - Côté U	EX600-EU1	1	35,50 €
Unité d'entrées numériques (8 voies)	EX600-DXPD		249,10 €
Unité de sorties numériques (8 voies)	EX600-DYPB		194,00 €
Unité d'entrées analogiques (2 voies)	EX600-AXA	1	265,00 €
Unité de sorties analogiques (2 voies)	EX600-AYA		265,00 €

2103,05 Euros

Désignation	Référence	Quantité	Prix unitaire
Unité d'interface bus de terrain	EX600-SEN3-X80	1	530,00 €
Distributeur bistable	SY3200-5U1	1	103,68 €
Distributeur monostable	SY3100-5U		67,56 €
Plaque de fermeture - Côté D	EX600-ED4	1	84,40 €
Plaque de fermeture - Côté U	EX600-EU1	1	35,50 €
Unité d'entrées numériques (8 voies)	EX600-DXPD		249,10 €
Unité de sorties numériques (8 voies)	EX600-DYPB		194,00 €
Unité d'entrées analogiques (2 voies)	EX600-AXA	1	265,00 €
Unité de sorties analogiques (2 voies)	EX600-AYA		265,00 €

1018,58 Euros

2022	BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques	Éléments de correction		
22-CSE4CSA-1C 22A	E4 – Conception préliminaire d'un système automatique	Coef : 3	Durée : 4 h 30	11/12

Question 18 :*(Sur feuille de copie)*

C10 Définir et organiser les chaînes fonctionnelles, les fonctions techniques et les technologies associées.

Architectures matérielles de contrôle / commande :

Architectures : centralisée, répartie, distribuée,

Architectures réseaux.

C11 Évaluer les coûts et les délais, estimer une enveloppe budgétaire, rédiger une offre commerciale.

Collecter les informations nécessaires à la réponse aux appels d'offres.

	Système filaire	Système sans fil
Prix	<i>1 018,58 €</i>	<i>2 103,05 €</i>
Fiabilité	<i>Détérioration des câbles de liaison due aux mouvements du robot. Arrêts de production à prévoir pour les réparations</i>	<i>Bonne fiabilité (liaison sans fil). Aucun entretien à prévoir.</i>
Coût de maintenance	<i>1 000 € (2 x 500 €)</i>	<i>0 €</i>

Conclusion

Le coût du système sans fil est légèrement plus élevé sur 2 ans (moins de 100 €) mais sa fiabilité est meilleure.

On pourra donc choisir ce système.

2022	BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques		Éléments de correction	
22-CSE4CSA-1C 22A	E4 – Conception préliminaire d'un système automatique	Coef : 3	Durée : 4 h 30	12/12