Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
formav.co/explorer

BTS Conception et Réalisation de Systèmes Automatiques - Épreuve E4

Session 2014 • Code sujet : **14CSE4CSA** • Durée : **4 h 30** • Coefficient : **3**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Choix et validation du procédé d'encartonnage** (10 questions) — **Page 3**

2. **Définition des fonctions techniques et des technologies du manipulateur** (5 questions) — **Page 8**

3. **Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 11**

Sujet officiel (PDF) : https://btscrsa.fr/assets/annales/bts-crsa/E4 - Conception préliminaire d'un système automatique/2014/BTS CRSA - E4 - Conception préliminaire d'un système automatique - Session 2014 - 1-Sujet.pdf

1. Choix et validation du procédé d'encartonnage

L'étude porte sur une encartonneuse qui ferme le fond des cartons puis y introduit des boîtes de produits parapharmaceutiques. Elle compare plusieurs procédés de fermeture et de regroupement des boîtes, puis vérifie l'organisation et le temps de cycle du processus retenu.

Choix d'un procédé

Question 1. À partir de la cadence, du temps effectif de production et de la durée de vie souhaitée de l'encartonneuse, déterminer le nombre total de cartons susceptibles d'être remplis pendant cette durée.

La production annuelle est de 5 cartons/min × 7 h/poste × 60 min/h × 2 postes/jour × 5 jours/semaine × 50 semaines/an = 1 050 000 cartons. Sur 3 ans, la machine peut donc remplir 3 150 000 cartons. Pour la suite de l'étude, le sujet demande toutefois de retenir l'hypothèse simplificatrice de 3 000 000 cartons.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> 3 150 000 cartons en 3 ans. Valeur imposée pour la suite : 3 000 000 cartons.

Question 2. Détailler les calculs permettant de déterminer les coûts C des trois procédés non chiffrés dans le tableau des ressources, puis en déduire le procédé le plus économique.

Les coûts sont calculés pour 3 000 000 de cartons. Les coûts des cartons sont de 650 € par lot de 1 000 pour les procédés adhésifs, et de 700 € pour les rabats croisés. Les consommables adhésifs correspondent à 300 mm par carton.

Procédé	C_1 matériel	C_2 cartons	C_3 consommables	C total
Bande PP	9 € × 12 rouleaux = 108 €	1 950 000 €	3 000 000 × 300 / 100 000 × 2 = 18 000 €	1 968 108 €
Bande gommée	1 200 € × 3 ans = 3 600 €	1 950 000 €	3 000 000 × 300 / 200 000 × 5 = 22 500 €	1 976 100 €
Rabats croisés	0 €	3 000 000 / 1 000 × 700 = 2 100 000 €	0 €	2 100 000 €

La bande PP coûte moins cher que les coûts déjà donnés pour le collage (2 149 200 €) et l'agrafage (2 034 000 €).

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Procédé le plus économique : bande PP, coût total de 1 968 108 €.

Question 3. Comparer le coût final du collage des rabats par bande adhésive PP et celui du collage par bande gommée, en tenant compte de la subvention applicable à chaque solution.

Pour la bande PP, le coût calculé est de 1 968 108 € et la subvention est de 10 000 €. Pour la bande gommée, le coût calculé est de 1 976 100 € et la subvention est de 15 000 €. Le coût final s'obtient en retranchant la subvention du coût total de chaque solution. La subvention supérieure accordée à la bande gommée réduit l'écart, mais ne l'annule pas.

Après subvention, la bande PP reste légèrement moins coûteuse que la bande gommée.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Bande PP : 1 958 108 €. Bande gommée : 1 961 100 €. La bande PP coûte 2 992 € de moins.

Question 4. Déterminer le montant de la valorisation des déchets pour le procédé retenu de collage par bande gommée, à partir du nombre de cartons, de leur masse moyenne et du prix de revente du carton recyclé non mêlé.

Les 3 000 000 cartons représentent une masse de 3 000 000 × 0,075 kg = 225 000 kg, soit 225 tonnes. Avec le collage par bande gommée, le carton recyclé est non mêlé et se revend 130 €/tonne. La valorisation est donc égale à 225 × 130. La présence de colle étant considérée négligeable, le prix applicable est bien celui du carton non mêlé.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Valorisation des déchets : 29 250 €.

Choix d'un processus

Question 5. Calculer les durées de réalisation d'une rangée de trois boîtes pour les transferts de type A et de type B, en tenant compte des courses aller et retour, puis déterminer le processus le plus rapide.

Chaque phase de transfert comprend un aller et un retour à la vitesse moyenne de 0,3 m/s. Pour le type A, les trois courses utiles sont chacune de 200 mm. Pour le type B, les courses utiles sont de 300 mm, 250 mm et 200 mm. On convertit les millimètres en mètres avant de calculer les durées.

Transfert	Calcul	Durée
Type A	3 × 2 × 0,200 / 0,3	4 s
Type B	2 × (0,300 + 0,250 + 0,200) / 0,3	5 s

Le type A est le plus rapide. Le type B a néanmoins été retenu ensuite, car les essais ont montré de meilleurs résultats de transfert.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Type A : 4 s. Type B : 5 s. Le plus rapide est le type A.

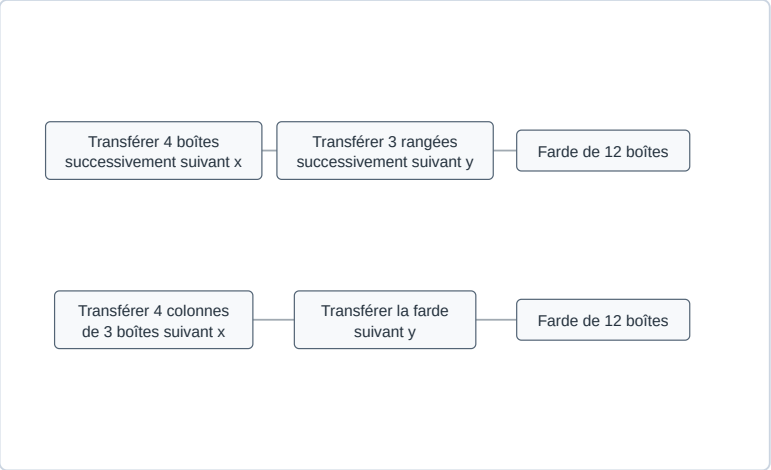
Étude de la réalisation d'une farde

Question 6. Décrire, sous la forme de diagrammes d'activités SysML, les deux processus possibles pour réaliser la farde de 12 boîtes à partir des quatre procédés élémentaires décrits dans les figures.

La farde comporte 3 rangées de 4 boîtes. Deux organisations sont possibles, en répétant les transferts élémentaires indiqués dans les figures. Les accumulations ne sont pas représentées dans les diagrammes : ils montrent uniquement l'ordre des transferts nécessaires pour obtenir la farde en position finale.

Processus 1 : réaliser les rangées en transférant les boîtes une par une suivant x, puis transférer les rangées suivant y.
Processus 2 : transférer les colonnes de 3 boîtes suivant x, puis transférer la farde entière suivant y.

Diagrammes d’activités des deux processus



Les transferts répétés sont indiqués dans les actions.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Processus 1 : boîtes suivant x, puis rangées suivant y. Processus 2 : colonnes de 3 suivant x, puis farde suivant y.

Question 7. Sans tenir compte des durées d’accumulation des boîtes, calculer la durée de chacun des deux processus décrits à la question précédente et conclure sur le respect du temps maximal de constitution de la farde.

Pour le processus 1, les quatre transferts de boîtes suivant x durent 2 + 1,66 + 1,32 + 1 = 5,98 s. Les trois transferts de rangée suivant y durent 1,66 + 1,32 + 1 = 3,98 s. La durée totale est donc 9,96 s.

Pour le processus 2, les quatre transferts de colonnes durent 5,98 s, puis le transfert de la farde complète dure 1,66 s. La durée totale est de 7,64 s. Les deux processus respectent la limite de 12 s, mais le processus 2 est le plus rapide.

✓ RÉPONSE À RETENIR

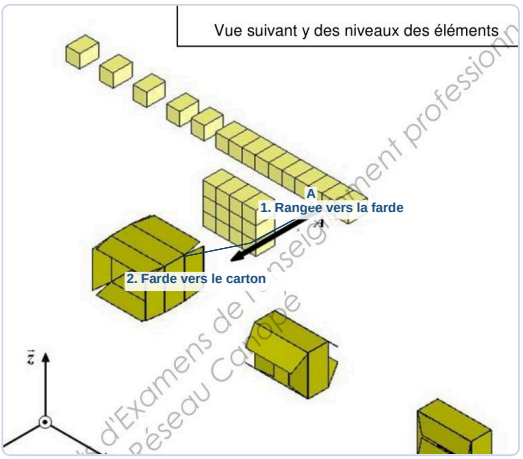
Processus 1 : 9,96 s. Processus 2 : 7,64 s. Les deux respectent la limite de 12 s.

Validation d’un processus

Question 8. Sur le document réponses 1, compléter le parcours du point A en traçant ses trajectoires successives dans le processus de constitution et de transfert de la farde, en tenant compte de sa position initiale et des niveaux indiqués.

Le point A appartient à la première rangée et se situe en bas, au milieu de celle-ci. Il accompagne cette rangée lors de son transfert vers la farde. Il reste ensuite solidaire de sa boîte pendant la montée de la farde en face du carton, puis pendant la poussée de la farde dans le carton. Les rangées ajoutées ensuite ne modifient pas la position de A dans la première rangée.

Trajectoire successive du point A



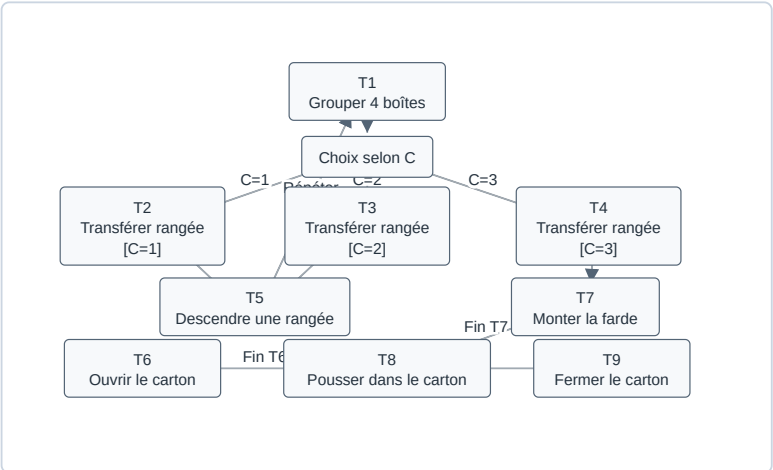
✓ RÉPONSE À RETENIR

A suit la première rangée vers la farde, puis accompagne la farde lors de sa montée et de son introduction dans le carton.

Question 9. À partir du tableau des antériorités, établir le grafcet de coordination des tâches GCT, sans préciser la situation initiale.

Le GCT fait fonctionner en parallèle l'ouverture du carton (T6) et la constitution de la farde. Pour celle-ci, T1 groupe les boîtes, puis T2, T3 et T4 transfèrent successivement les trois rangées, selon la valeur du compteur C. Après les deux premières rangées, T5 descend la farde et autorise le groupement suivant. Après T4, T7 monte la farde en face du carton. T8 attend la fin de T6 et de T7, puis T9 ferme le carton.

GCT de coordination des tâches



Le démarrage et la situation initiale ne sont pas précisés.

✓ RÉPONSE À RETENIR

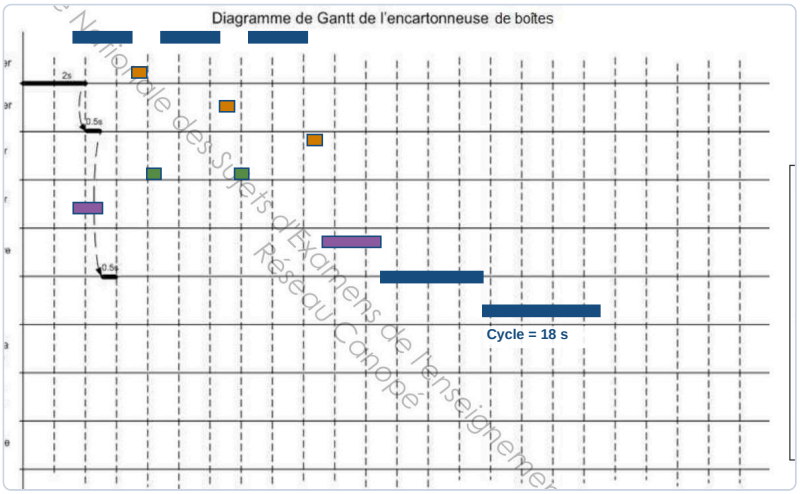
T8 démarre après T6 et T7. T9 démarre après T8. T5 permet de poursuivre la constitution entre les rangées.

Question 10. Compléter le diagramme de Gantt du document réponses 2, en déduire le temps de cycle de l'encartonneuse et conclure quant au respect de l'objectif de cinq cartons remplis par minute.

La constitution de la farde prend 10,5 s : trois groupements de 2 s, trois transferts de rangée de 0,5 s et deux descentes de 0,5 s. T6, qui dure 1 s, se déroule en parallèle. T7 s'achève à 10,5 s; T8 dure ensuite 3,5 s et T9 dure 4 s. Le temps de cycle est donc 18 s. La cadence demandée impose un cycle maximal de 12 s.

Le cycle dépasse cette limite de 6 s : la cadence de 5 cartons par minute n'est pas atteinte.

Diagramme de Gantt complété



✓ RÉPONSE À RETENIR

Temps de cycle : 18 s, supérieur à 12 s. L'objectif de 5 cartons/min n'est pas respecté.

2. Définition des fonctions techniques et des technologies du manipulateur

L'entreprise retient un manipulateur à deux axes pour ouvrir, positionner et évacuer les cartons après remplissage. L'étude dimensionne l'axe horizontal, compare des solutions de motorisation et de réduction, puis définit l'architecture de commande et les communications des variateurs et de la distribution pneumatique.

Étude de l'axe horizontal

Question 11. À partir du chronogramme de vitesse de l'axe horizontal et de la durée maximale des phases d'accélération, calculer l'accélération maximale de l'axe en m/s².

La vitesse maximale de 1,85 m/s est atteinte en 100 ms, soit 0,100 s. Pour une accélération uniforme, on applique :

$$a_{max} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{1,85}{0,100} = 18,5 \text{ m/s}^2$$

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Accélération maximale : 18,5 m/s².

Question 12. Sur le document réponses 3, barrer distinctement les valeurs des solutions qui ne respectent pas les données du cahier des charges récapitulées dans la première ligne, puis indiquer les références des solutions capables.

Une solution est capable si elle respecte simultanément les exigences suivantes : course d'au moins 900 mm, vitesse d'au moins 1,85 m/s, accélération d'au moins 18,5 m/s², effort d'au moins 300 N, couple d'au moins 144 N·m et répétitivité comprise entre -0,05 et +0,05 mm. La ligne PAS B, format PAS 42, satisfait ces critères. Les valeurs non conformes des autres solutions sont barrées dans le tableau.

Valeurs non conformes barrées et solution capable

Récapitulatif des données du cahier des charges			*900*	*1,85*	*Déterminé à la question 11*	*300*	*144*	*± 0,05*
Référence	**Désignation**	**Dimensions Références**	**Course mm**	**Vitesse m/s**	**Accélération m/s²**	**Effort N**	**Couple Mx Nm**	**Répétitivité mm**
FESTO DNCM	Vérin pneumatique	32	500	1,5	2	415	non déterminé	0,5
FESTO DGPIL	Vérin sans tige avec guidage intégré	25	3000	1,5	2	294	85	± 0,05
		32	3000	1,5	2	453	144	
LEXIUM PAS S	Axe linéaire guidage à billes entrainement vis à billes	PAS 42	1500	0,5	10	1560	668	± 0,02
LEXIUM PAS B	Axe linéaire guidage à billes entrainement par courroie	PAS 41	3000	8	20	300	2	± 0,05
		PAS 42	5500	5	20	800	362	
SIEMENS 1FN6	Moteur linéaire sans guidage	1LC17	illimitée	4,38	50	350	1	0,01
		1LC37	illimitée	9	50	350	1	0,01

Référence(s) capable(s) :

Capable : LEXIUM PAS B, PAS 42

Corrigés de l'enseignement professionnel
Canopé

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Solution capable : LEXIUM PAS B, format PAS 42.

Étude du manipulateur deux axes

Question 13. Pour chacun des ensembles servomoteur et réducteur du tableau du document réponses 3, indiquer la référence et le coût du variateur à associer, puis calculer le couple et la vitesse de sortie du réducteur.

Le rapport 1:5 ou 1:8 divise la vitesse moteur par 5 ou 8 et multiplie le couple par le même rapport, en négligeant les pertes. Les variateurs AU intègrent CANopen. Le coût de l'entraînement est la somme du moteur, du variateur et du réducteur.

Servomoteur	Variateur associé	Prix variateur (€)	Vitesse sortie (tr/min)	Couple sortie (N·m)	Coût entraînement (€)
BSH0552T02A1A	LXM32AU60N4	864,20	750	5,92	1 909,76
BSH0552P02A1A	LXM32AU90M2	772,26	750	5,20	1 817,82
BMH0701P02A1A	LXM32AU90M2	772,26	800	5,50	1 872,59
BMH0701T02A1A	LXM32AU60N4	864,20	800	6,50	1 964,53

Tableau des entraînements complété



Question 13 :

Réf : Servomoteur	Prix	Réf : Variateur associé	Prix	Réf : Réducteur	Prix	Vitesse de rotation tr/	Couple nominal N.m	Coût de l'entrainement
BSH0552T02A1A	764,64	LXM32AU60N4	864,20	GBX0600080552F	280,92	750	5	1909,76
BSH0552P02A1A	764,64	LXM32AU90M2	772,26	GBX0600080552F	280,92	750	5	1817,82
BMH0701P02A1A	818,22	LXM32AU90M2	772,26	GBX0600050701F	282,11	800	5	1872,59
BMH0701T02A1A	818,22	LXM32AU60N4	864,20	GBX0600050701F	282,11	800	6	1964,53

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Vitesses : 750, 750, 800 et 800 tr/min. Couples : 5,92, 5,20, 5,50 et 6,50 N·m, dans l'ordre du tableau.

Question 14. Choisir, parmi les quatre solutions d'entraînement étudiées, celle qui répond aux exigences de vitesse minimale de rotation et de couple, puis justifier le choix sur le document réponses 3.

Les quatre ensembles dépassent les seuils de 720 tr/min et 5 N·m. Le moteur BSH0552P02A1A associé au réducteur GBX0600080552F fournit 750 tr/min et 5,20 N·m. Son coût total, 1 817,82 €, est le plus faible des quatre solutions.

Solution d’entraînement retenue

Question 14 :

Moteur : BSH0552P02A1A

Réducteur : GBX0600080552F

Variateur : LXM32AU90M2

750 tr/min ; 5,20 N·m ; 1 817,82 €

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

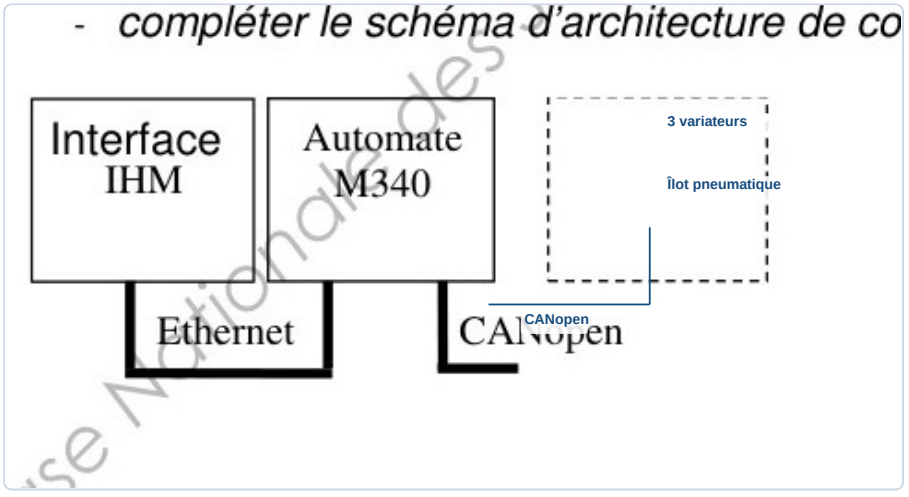
Choix : BSH0552P02A1A + GBX0600080552F, variateur LXM32AU90M2. Coût : 1 817,82 €.

Étude de l’encartonneuse

Question 15. Justifier le choix du bus CANopen pour piloter les variateurs et l’îlot de distribution pneumatique, puis compléter le schéma d’architecture de commande en utilisant les ressources fournies.

CANopen convient au pilotage point à point : le bus machine assure des échanges déterministes en temps réel et favorise l’interopérabilité. Les variateurs Lexium 32A intègrent CANopen ; les variantes 32M peuvent recevoir la carte de communication CANopen. Le terminal d’îlot pneumatique proposé accepte également CANopen. L’IHM est reliée à l’automate M340 par Ethernet, puis l’automate commande par CANopen les trois ensembles servovariateur-servomoteur et l’îlot pneumatique.

Architecture de commande complétée



✓ **RÉPONSE À RETENIR**

IHM → Ethernet → automate M340 → CANopen → trois variateurs-servomoteurs et îlot pneumatique.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2014)

Bilan de l'épreuve : Épreuve E4 du BTS Conception et Réalisation de Systèmes Automatiques, session 2014, code 14CSE4CSA, d'une durée de 4 h 30 et de coefficient 3. Le sujet étudie une encartonneuse de boîtes : choix du procédé de fermeture, constitution et transfert des fardes, validation du cycle, dimensionnement d'un manipulateur, sélection de motorisations et architecture de commande communicante.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Pour un transfert à vitesse moyenne constante, calculer la durée avec la course divisée par la vitesse, en comptant les trajets aller et retour.
- Une farde de 12 boîtes peut être organisée en 3 rangées de 4 ou en 4 rangées de 3 ; les dépendances entre opérations déterminent la durée totale.
- L'accélération maximale se déduit de la variation de vitesse divisée par la durée de la phase : $a = \Delta v / \Delta t$.
- Avec un réducteur de rapport 1:n, la vitesse de sortie est divisée par n et le couple de sortie est multiplié par n, en négligeant les pertes.

Points de vigilance & attentes du jury

- Vérifier les conversions d'unités, notamment entre millimètres et mètres, secondes et minutes, kilogrammes et tonnes.
- Pour les coûts, distinguer matériel, consommables, coût total, subvention et valorisation des déchets.
- Pour un diagramme SysML ou un Gantt, respecter strictement les conditions de branchement et les antériorités du tableau.
- Comparer chaque solution technique à tous les critères du cahier des charges, et non à la seule vitesse ou au seul couple.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer le temps de transfert lorsqu'il faut faire un aller et un retour ?

Déterminez d'abord la durée d'un trajet avec la course divisée par la vitesse moyenne. Multipliez par deux si l'aller et le retour ont la même course, puis additionnez les durées des phases successives.

Q : Comment vérifier si une motorisation avec réducteur satisfait les exigences de vitesse et de couple ?

Calculez la vitesse de sortie en divisant la vitesse du moteur par le rapport de réduction. Estimez le couple de sortie en multipliant le couple moteur par ce rapport, puis comparez les deux résultats aux exigences du sujet.

Q : Comment organiser le temps pendant cette épreuve de quatre heures trente ?

Repérez d'abord les documents réponses et les données utiles, puis répartissez le temps entre les deux parties. Gardez une marge pour contrôler les unités, les calculs et la lisibilité des diagrammes, tableaux et justifications.

Q : Le sujet donne-t-il un barème détaillé ou des normes à appliquer ?

Aucun barème détaillé n'est imprimé dans le sujet fourni. Les critères attendus sont ceux du cahier des charges et des consignes : résultats justifiés, unités cohérentes, diagrammes conformes aux dépendances et choix techniques argumentés.

Sujet officiel associé (PDF) : https://btscrsa.fr/assets/annales/bts-crsa/E4 - Conception préliminaire d'un système automatique/2014/BTS CRSA - E4 - Conception préliminaire d'un système automatique - Session 2014 - 1-Sujet.pdf

Ressources BTS Conception et Réalisation de Systèmes Automatiques : Toutes les annales & corrigés • Fiches de révision complètes • Simulateur de notes d'examen

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.