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

Conception détaillée d’une chaîne fonctionnelle

Session 2016 • Code sujet : **16CSE5CCF1** • Durée : **4 h 00** • Coefficient : **3**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Mouvement vertical de la table après la pose des dix quilles** (6 questions) — **Page 3**

2. **Remontée de la table chargée après la prise des quilles restées debout** (5 questions) — **Page 6**

3. **Sélection du variateur et schémas de raccordement** (2 questions) — **Page 9**

4. **Remplacement des liaisons des bielles par des éléments standards** (1 question) — **Page 11**

5. **Ce qu’il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 12**

Sujet officiel (PDF) : https://btscrsa.fr/assets/annales/bts-crsa/E5.1 - Conception détaillée d’une chaîne fonctionnelle/2016/BTS CRSA - E5.1 - Conception détaillée d’une chaîne fonctionnelle - Session 2016 - 1-Sujet.pdf

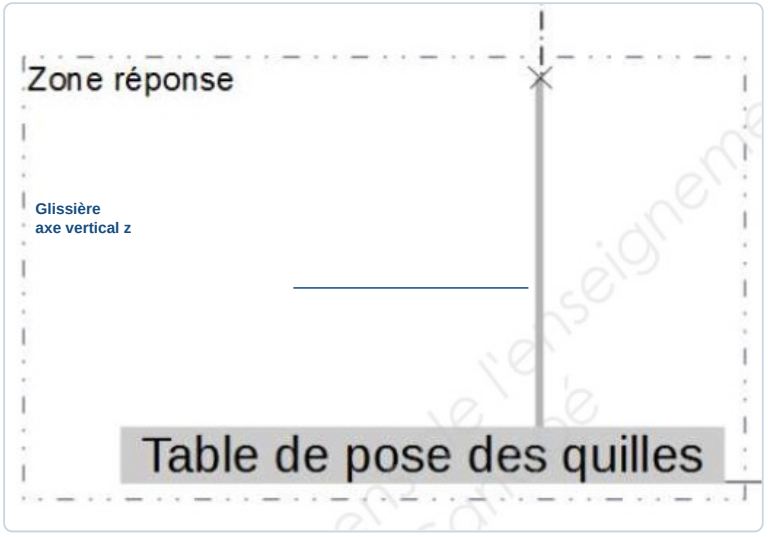
1. Mouvement vertical de la table après la pose des dix quilles

Pour réduire le temps de dépose des quilles, l'étude examine la remontée rapide de la table après la pose de dix quilles. À partir du schéma cinématique et des données de simulation, il faut caractériser le mouvement, vérifier la puissance requise par rapport au moteur et envisager des moyens d'accélérer le déplacement.

Question Q1. Compléter le schéma cinématique du document réponse en indiquant la liaison entre la table de pose et le bâti.

La table se déplace verticalement par rapport au bâti sans rotation : elle conserve un seul degré de liberté en translation suivant l'axe vertical. Le symbole à inscrire entre la table et le bâti est donc celui d'une liaison glissière d'axe vertical.

Liaison entre la table et le bâti



> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Liaison glissière d'axe vertical entre la table de pose et le bâti.

Question Q2. Pendant la remontée de la table, préciser la vitesse maximale, puis le temps et l'accélération à l'instant où cette vitesse est atteinte, à partir des courbes et du tableau partiel de simulation.

Le tableau partiel de simulation donne directement la vitesse maximale pendant la remontée, ainsi que le temps et l'accélération correspondants.

Grandeur	Valeur relevée
Vitesse maximale	0,2752 m/s
Temps correspondant	3,137 s
Accélération correspondante	0,0000 m/s²

L'accélération nulle confirme que la vitesse est momentanément à son maximum.

✓ RÉPONSE À RETENIR

v_{max} = 0,2752 m/s à 3,137 s ; l'accélération vaut alors 0 m/s².

Question Q3. Calculer le poids de la table en prenant g = 9,81 m/s².

La masse de la table, supports et mécanismes associés compris, est de 30 kg. Son poids est le produit de cette masse par l'accélération de la pesanteur :

$$P = mg = 30 \times 9{,}81$$

On obtient le poids de la table seule, sans les quilles du cas 2.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Le poids de la table est de 294,3 N.

Question Q4. Calculer la puissance utile maximale nécessaire pour remonter la table.

À la vitesse maximale, l'accélération est nulle d'après le tableau. La puissance utile maximale correspond alors au poids de la table multiplié par sa vitesse verticale :

$$P_u = mgv_{\max} = 30 \times 9{,}81 \times 0{,}2752$$

Cette puissance concerne la remontée de la table après la pose des dix quilles.

✓ RÉPONSE À RETENIR

La puissance utile maximale nécessaire pour remonter la table est de 80,99 W.

Question Q5. Calculer la puissance maximale nécessaire du moteur en tenant compte du rendement de transmission η = 0,95, puis conclure sur la capabilité du moteur.

La puissance à fournir par le moteur tient compte du rendement de transmission : $P_m = P_u/\eta$. Avec la puissance utile calculée et $\eta = 0{,}95$, on obtient environ 85,25 W. Le moteur installé a une puissance nominale de 0,18 kW, soit 180 W : il dispose donc d'une marge suffisante pour ce cas de fonctionnement.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Puissance moteur requise : 85,25 W. Le moteur de 180 W est capable d'assurer la remontée dans le cas 1.

Question Q6. Proposer des solutions envisageables pour augmenter la vitesse de déplacement de la table.

La vitesse de déplacement peut être augmentée en agissant sur la commande ou sur la transmission. Les solutions doivent rester compatibles avec les limites du moteur, les efforts du mécanisme et la précision de pose.

1. Commander le moteur par un variateur et augmenter sa fréquence dans les limites admissibles.
2. Modifier le rapport de transmission ou la géométrie du mécanisme pour accroître la vitesse de la table.
3. Adapter la loi de mouvement afin de réduire la durée du cycle sans compromettre la sécurité.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Utiliser un variateur pour augmenter la vitesse du moteur, adapter la transmission ou la géométrie, et optimiser la loi de mouvement.

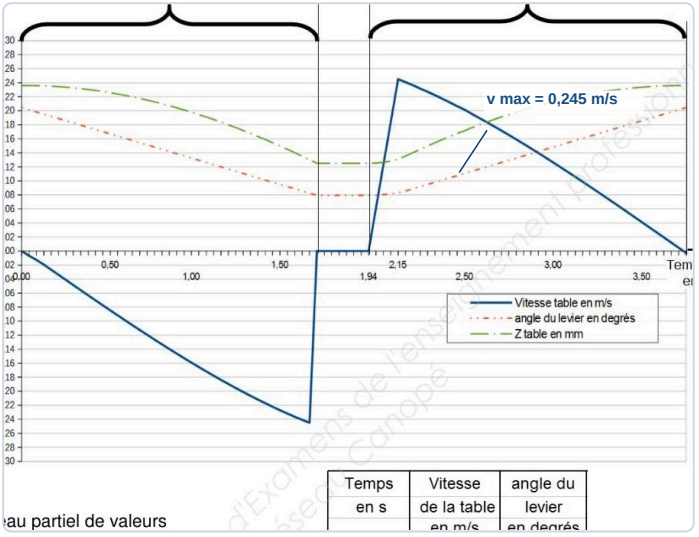
2. Remontée de la table chargée après la prise des quilles restées debout

Après un lancer, la table prend les quilles restées debout tandis que le râteau balaie celles qui sont tombées. L'étude rassemble les données cinématiques et mécaniques nécessaires à la simulation dynamique, puis utilise les résultats pour évaluer la puissance utile maximale lors de la remontée.

Question Q7. Après la prise des quilles restées debout, déterminer la valeur maximale de la vitesse de la table lors de sa montée à partir des courbes et des données du cas 2.

Sur la courbe de vitesse du cas 2, la montée commence à 1,939 s. Le tableau donne ensuite une vitesse croissante jusqu'à 0,245 m/s à 2,104 s, puis une vitesse décroissante. La valeur maximale de la montée est donc celle relevée à 2,104 s. La courbe et les valeurs du tableau sont cohérentes sur cette phase.

Vitesse maximale lors de la montée



au partiel de valeurs

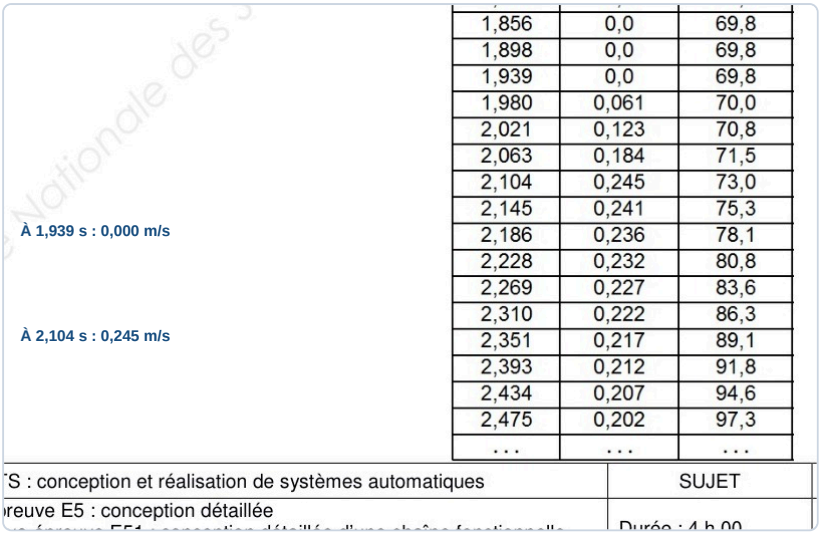
> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> La vitesse maximale de montée vaut 0,245 m/s à 2,104 s. C'est le maximum des valeurs relevées pendant cette phase.

Question Q8. Le mouvement étant rectiligne uniformément varié entre 1,939 s et 2,104 s, calculer l'accélération durant cette phase.

Entre 1,939 s et 2,104 s, la vitesse passe de 0 à 0,245 m/s. Pour ce mouvement uniformément varié, l'accélération est la variation de vitesse divisée par la durée :

$$a = \frac{0,245 - 0}{2,104 - 1,939} = 1,485 \ \mathrm{m/s^2}.$$

Données du calcul d'accélération



À 1,939 s : 0,000 m/s

À 2,104 s : 0,245 m/s

1,856	0,0	69,8
1,898	0,0	69,8
1,939	0,0	69,8
1,980	0,061	70,0
2,021	0,123	70,8
2,063	0,184	71,5
2,104	0,245	73,0
2,145	0,241	75,3
2,186	0,236	78,1
2,228	0,232	80,8
2,269	0,227	83,6
2,310	0,222	86,3
2,351	0,217	89,1
2,393	0,212	91,8
2,434	0,207	94,6
2,475	0,202	97,3
...	...	...

S : conception et réalisation de systèmes automatiques	SUJET
reuve E5 : conception détaillée	Durée : 4 h 00

✓ RÉPONSE À RETENIR

L'accélération durant cette phase est de 1,485 m/s², dirigée vers le haut pendant la montée.

Question Q9. À la suite d'un lancer ayant fait tomber une seule quille, calculer la masse Mmob puis le poids Pmob de l'ensemble mobile.

Une quille est tombée : neuf quilles restent sur la table. En prenant la masse maximale indiquée de 1,64 kg par quille, la masse mobile est la masse de la table augmentée de celle des neuf quilles :

$$M_{mob} = 30 + 9 \times 1,64 = 44,76 \text{ kg}.$$

Avec $g = 9,81 \text{ m/s}^2$, le poids vaut $P_{mob} = M_{mob} g$.

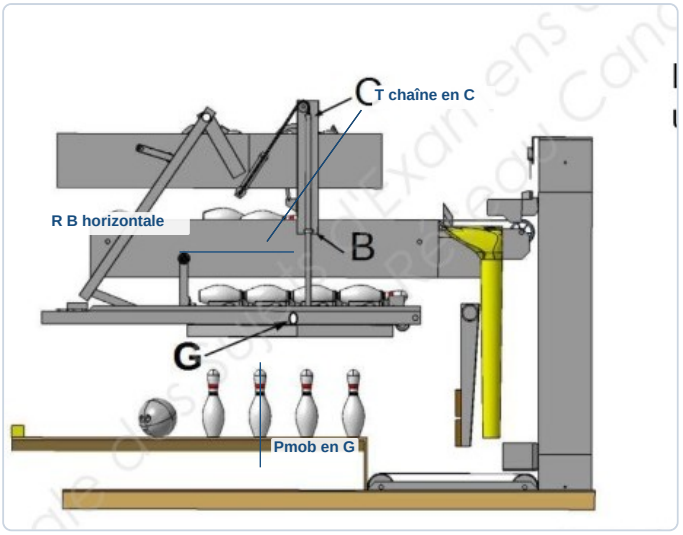
✓ RÉPONSE À RETENIR

Pour neuf quilles sur la table, la masse mobile est 44,76 kg et son poids est 439,1 N.

Question Q10. Faire le bilan des actions mécaniques extérieures appliquées à la table, en tenant compte de la glissière d'axe vertical en B et de l'accrochage de la chaîne au point C.

Le bilan des actions extérieures sur la table comprend son poids et celui des quilles, l'action de la chaîne et la réaction de la glissière. Le poids s'applique en G, verticalement vers le bas. La tension de la chaîne s'applique en C, suivant la direction du brin. La glissière d'axe vertical en B exerce une réaction perpendiculaire à cet axe, donc horizontale. Le sens de cette réaction dépend de l'équilibre dynamique.

Actions mécaniques extérieures sur la table



✓ RÉPONSE À RETENIR

Actions extérieures : poids appliqué en G, tension de chaîne en C et réaction horizontale de la glissière en B.

Question Q11. À partir des résultats de la simulation du comportement dynamique, relever la puissance utile maximale du moteur et conclure sur sa capabilité.

Le tableau de simulation indique une puissance maximale de 165,9 W à 2,104 s. Le moteur installé est donné pour 0,18 kW, soit 180 W. Comme la puissance demandée reste inférieure à la puissance nominale du moteur, celui-ci est capable d'assurer la remontée. La marge entre puissance nominale et puissance maximale relevée est de 14,1 W.

Puissance maximale relevée dans le tableau

s	en W	la table en N	en m/s
1,939	0,0	643	0,000
1,980	41,5	643	0,061
2,021	82,9	643	0,123
2,063	124,4	643	0,184
2,104	165,9	643	0,245
2,145	159,6	630	0,241
2,186	153,3	616	0,236
2,228	146,9	603	0,232
2,269	140,8	589	0,227
2,310	134,6	576	0,222
2,351	128,3	562	0,217
2,393	122,1	548	0,212
2,434	116,0	534	0,207
2,475	110,2	520	0,202
. . .	. . .	. . .	. . .

Maximum : 165,9 W

'S : conception et réalisation de systèmes automatiques
preuve E5 : conception détaillée
us-épreuve E51 : conception détaillée d'une chaîne fonctionnelle

✓ RÉPONSE À RETENIR

Puissance utile maximale : 165,9 W. Le moteur de 180 W est capable, avec une marge de 14,1 W.

3. Sélection du variateur et schémas de raccordement

Le moteur de table existant est conservé et commandé par un variateur afin d'obtenir des vitesses maximales différentes selon les phases de fonctionnement. Le candidat exploite les caractéristiques du moteur, du réseau triphasé 400 V avec neutre et des variateurs pour sélectionner l'équipement et compléter les schémas électriques.

Question Q12. Donner la référence du variateur et justifier le choix à l'aide des documents ressources, puis indiquer le type de couplage du moteur.

Le réseau impose un variateur triphasé 380 à 500 V. Le tableau de la ressource indique, pour cette gamme, un calibre minimal de 0,37 kW : la référence est **ATV312H037N4**, avec un courant nominal de sortie de 1,5 A. Il convient au moteur de 0,18 kW, dont le courant nominal est de 0,6 A. Le moteur 230/400 V se couple en étoile sur le réseau 400 V.

Choix du variateur et couplage moteur

Élément	Choix	Justification
Variateur	ATV312H037N4	Alimentation triphasée 380 à 500 V, calibre minimal de 0,37 kW
Moteur	Étoile (Y)	Moteur 230/400 V alimenté sous 400 V

Sélection conforme aux caractéristiques du réseau et du moteur de table.

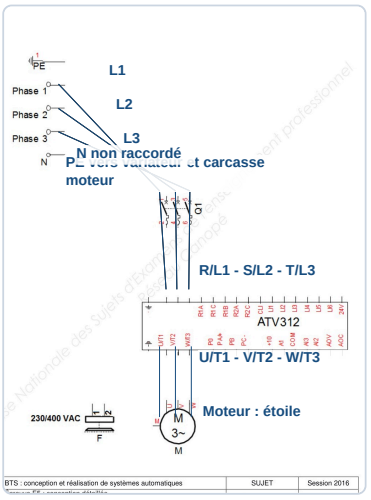
✓ RÉPONSE À RETENIR

ATV312H037N4. Moteur couplé en étoile (Y) sous 400 V.

Question Q13. Compléter sur le document réponse le schéma d'alimentation du variateur et le schéma de puissance du moteur.

Raccorder les trois phases du réseau à l'appareil de protection, puis aux entrées R/L1, S/L2 et T/L3 du variateur. Relier ses sorties U/T1, V/T2 et W/T3 aux trois bornes du moteur. Le conducteur de protection PE rejoint les masses du variateur et du moteur. Le neutre est inutilisé : l'alimentation du variateur est triphasée. Le moteur reste couplé en étoile pour fonctionner sous 400 V.

Schéma de puissance complété



✓ RÉPONSE À RETENIR

Phases vers R/L1, S/L2, T/L3 via la protection ; U/T1, V/T2, W/T3 vers le moteur en étoile. PE aux masses ; neutre non raccordé.

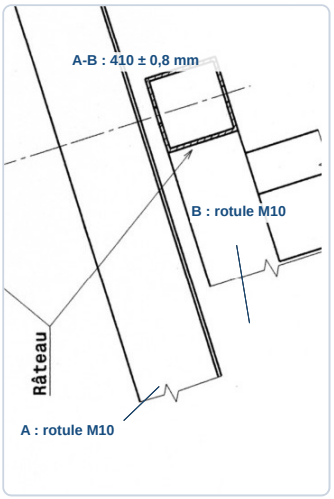
4. Remplacement des liaisons des bielles par des éléments standards

Les liaisons des deux bielles avec les leviers et le râteau, en A et B, sont fortement usées. Pour faciliter la maintenance, le dessin d'intention doit proposer des éléments standards en tenant compte de l'entraxe imposé et des trous existants.

Question Q14. Compléter le dessin d'intention du document réponse en proposant le remplacement standardisé des liaisons en A et B. Respecter l'entraxe A-B de 410 ± 0,8 mm et tenir compte des trous existants de diamètre 10 mm, qui peuvent être agrandis si nécessaire.

Aux points A et B, remplacer les articulations usées par des embouts à rotule standard M10, avec un axe M10 traversant l'œil. Choisir un modèle EBR(L)M-10 ou KAR(L)M-10 selon le filetage de la bielle. L'œil de 10 mm est adapté aux perçages Ø10 du dessin. Réaliser ces liaisons aux deux extrémités des deux bielles, régler l'entraxe entre les centres A et B à 410 ± 0,8 mm, puis bloquer le réglage.

Liaisons standardisées en A et B



✓ RÉPONSE À RETENIR

Rotules standard M10 en A et B; entraxe A-B : 410 ± 0,8 mm.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2016)

Bilan de l'épreuve : Session 2016, code 16CSE5CCF1, cette sous-épreuve E51 de conception détaillée dure 4 h et est affectée du coefficient 3. Elle étudie le requilleur de bowling, en particulier la table de pose et le mécanisme du râteau. Les compétences évaluées portent sur la cinématique, la dynamique, la puissance, le choix et le raccordement d'un variateur, ainsi que la conception de liaisons mécaniques standardisées.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- En translation, la puissance mécanique instantanée s'évalue par $P = F \times v$, avec F en newtons et v en mètres par seconde.
- Avec un rendement η, la puissance moteur nécessaire vaut la puissance utile divisée par η.
- Pour un mouvement rectiligne uniformément varié, $a = (v_2 - v_1) / (t_2 - t_1)$.
- Le poids d'un ensemble mobile vaut $P = m \times g$; la masse considérée doit inclure les éléments transportés.

Points de vigilance & attentes du jury

- Lire les unités, les échelles et les signes des courbes avant de relever vitesse, accélération ou puissance.
- Distinguer puissance utile et puissance moteur, puis intégrer le rendement de transmission dans le calcul.
- Dans le bilan mécanique, identifier le poids, l'action de la chaîne et les actions de la liaison glissière.
- Justifier le variateur avec les caractéristiques du moteur et du réseau, et renseigner soigneusement les schémas de puissance.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment déterminer la puissance utile maximale de la table ?

Relevez la force exercée et la vitesse au même instant, puis appliquez $P = F \times v$. Utilisez des newtons et des mètres par seconde pour obtenir la puissance en watts.

Q : Comment calculer l'accélération sur l'intervalle donné ?

Relevez les vitesses aux deux bornes de l'intervalle et calculez $a = (v_2 - v_1) / (t_2 - t_1)$. Avec les vitesses en m/s et le temps en secondes, le résultat est en m/s^2.

Q : Le sujet donne-t-il un barème par question ?

Aucun barème chiffré par question n'est imprimé dans le sujet. L'épreuve dure quatre heures et comporte quatorze questions, réparties entre l'étude de la table, sa commande et l'amélioration du râteau.

Q : Que faut-il vérifier pour choisir le variateur et le couplage moteur ?

Comparez la tension et le nombre de phases du réseau aux caractéristiques du variateur, puis vérifiez la compatibilité avec la puissance et la tension du moteur. Le couplage doit correspondre à la tension disponible.

Sujet officiel associé (PDF) : https://btscrsa.fr/assets/annales/bts-crsa/E5.1 - Conception détaillée d'une chaîne fonctionnelle/2016/BTS CRSA - E5.1 - Conception détaillée d'une chaîne fonctionnelle - Session 2016 - 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.