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 CIM

BTS Conception et industrialisation en microtechniques - Épreuve E4

Session 2018 • Code sujet : **18-CDE4CP-ME1** • Durée : **4 heures** • Coefficient : **2**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Compatibilité du cahier des charges avec les smartphones** (2 questions) — **Page 3**
2. **Choix du système de maintien et dimensionnement du serrage** (8 questions) — **Page 5**
3. **Réglage de la longueur du bras 2 pour l'équilibrage autour de l'axe de roulis** (1 question) — **Page 9**
4. **Détermination du couple moteur dans le cas le plus défavorable** (4 questions) — **Page 10**
5. **Sélection du type de motorisation** (2 questions) — **Page 12**
6. **Étude du fonctionnement et des pas d'un moteur Brushless** (6 questions) — **Page 14**
7. **Électronique de puissance, choix des transistors et autonomie** (6 questions) — **Page 16**
8. **Commande manuelle par joystick et traitement des conversions ADC** (4 questions) — **Page 18**
9. **Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 21**

Sujet officiel (PDF) : https://btscim.fr/assets/annales/bts-cim/E4 - Conception préliminaire d'un système microtechnique/2018/BTS CIM - E4 - Conception préliminaire d'un système microtechnique - Session 2018 - 1-Sujet.pdf

1. Compatibilité du cahier des charges avec les smartphones

L'activité compare les dimensions de smartphones représentatifs aux exigences du cahier des charges du stabilisateur. Il faut vérifier en particulier que leur largeur respecte la plage imposée par la fonction FC2.

Question Q1. Reporter dans le tableau du document réponse DR1 la longueur, la largeur, l'épaisseur et la masse de chacun des smartphones présentés dans DT6.

Les caractéristiques ci-dessous sont relevées dans le DT6 et reportées dans l'ordre demandé sur le DR1 : longueur, largeur, épaisseur et masse.

Smartphone	L (mm)	l (mm)	e (mm)	m (g)
Sony Xperia XZ Premium	156	77	7,9	195
Apple iPhone 6S	138,3	67,1	7,1	143
LG V10	159,6	79,3	8,6	192
HTC U Ultra	162,4	79,8	8	170
Samsung Galaxy Note 5	153,2	76,1	7,6	171
Apple iPhone 5S	123,8	58,6	7,6	112

DR1 complété : caractéristiques des smartphones

Smartphone	L (mm)	l (mm)	e (mm)	m (g)
Sony xperia xz premium	156	77	7,9	195
Apple Iphone 6S	138,3	67,1	7,1	143
Lg V10	159,6	79,3	8,6	192
HTC U ultra	162,4	79,8	8	170
Samsung Galaxy note 5	153,2	76,1	7,6	171
Apple iPhone 5S	123,8	58,6	7,6	112

✓ RÉPONSE À RETENIR

Les six lignes du tableau DR1 sont complétées avec les dimensions et les masses relevées dans le DT6.

Question Q2. Indiquer si la fonction FC2, qui demande au stabilisateur de s'adapter à n'importe quel smartphone, est validée et justifier la réponse à partir des caractéristiques du cahier des charges et des smartphones étudiés.

La FC2 impose une largeur comprise entre 58,6 et 84,8 mm, bornes comprises. Les six modèles du DT6 ont des largeurs comprises entre 58,6 mm et 79,8 mm. Ils respectent donc tous le critère. La FC2 est validée pour les smartphones étudiés, mais ces exemples ne démontrent pas à eux seuls la compatibilité avec tout smartphone existant.

Exigence de largeur FC2

Ergonomique	Forme usuelle adaptable à la préhension humaine
Poids	< 500g

✓ RÉPONSE À RETENIR

FC2 validée pour les six modèles étudiés : leurs largeurs, de 58,6 à 79,8 mm, respectent la plage exigée de 58,6 à 84,8 mm.

2. Choix du système de maintien et dimensionnement du serrage

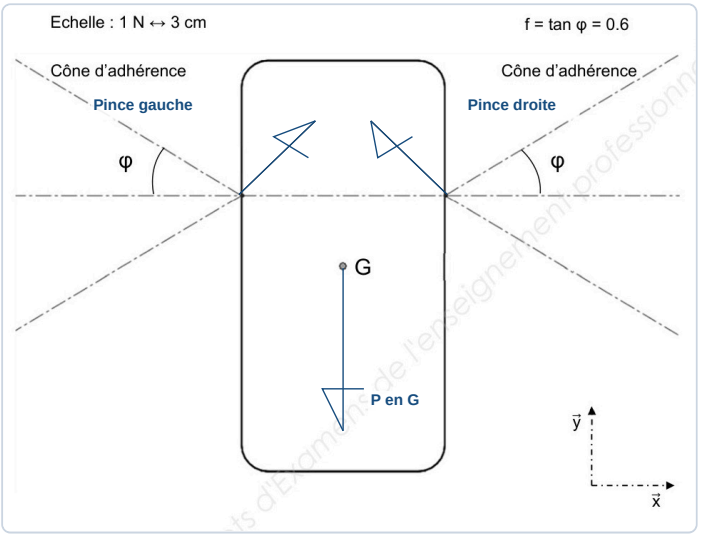
Le smartphone doit être maintenu symétriquement sur le bras 3 afin de permettre son équilibrage autour de l'axe de tangage. Trois solutions de serrage sont comparées selon leur couple, leur nombre de tours, leur irréversibilité et leur ergonomie.

Question Q3. Isoler le smartphone, établir le bilan des actions mécaniques extérieures et tracer les supports de ces actions sur le document réponse, en se plaçant à la limite de l'adhérence.

Action extérieure	Point d'application	Support et sens
Poids du smartphone	G	Vertical, vers le bas
Pince gauche	Contact gauche	Bord supérieur du cône, vers le haut et la droite
Pince droite	Contact droit	Bord supérieur du cône, vers le haut et la gauche

Pour le smartphone isolé, le bilan comprend ces trois actions extérieures. À la limite d'adhérence, les résultantes des pinces sont sur les bords des cônes. Par symétrie, leurs composantes horizontales se compensent et leurs composantes verticales équilibrent le poids.

Supports des actions mécaniques

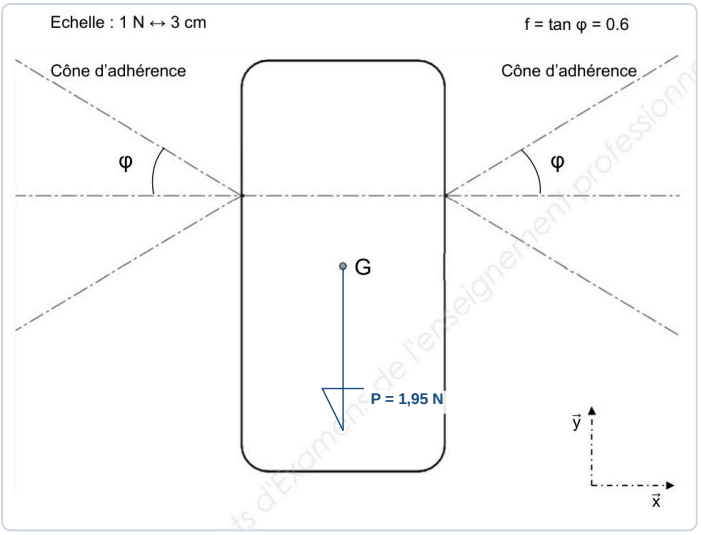


> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Poids en G vers le bas ; efforts des pinces symétriques, dirigés vers l'intérieur et vers le haut.

Question Q4. Calculer le poids du smartphone retenu pour l'étude et le tracer sur le smartphone isolé du document réponse.

Le smartphone le plus lourd est le Sony Xperia XZ Premium, de masse 195 g, soit 0,195 kg. Avec l'approximation usuelle de l'épreuve, $g = 10\ \mathrm{N/kg}$, son poids vaut $P = mg = 0{,}195 \times 10 = 1{,}95\ \mathrm{N}$. Il s'applique en G, verticalement vers le bas. Sur DR2, l'échelle indique 1 N pour 3 cm : le vecteur à tracer mesure donc 5,85 cm.

Poids du smartphone en G



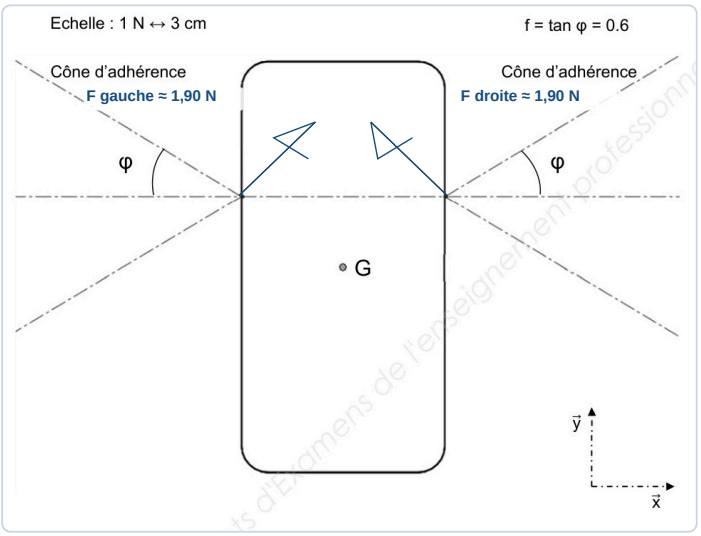
✓ RÉPONSE À RETENIR

$P = 1{,}95$ N, appliqué en G vers le bas ; longueur à l'échelle : 5,85 cm.

Question Q5. Déterminer graphiquement les efforts exercés par les pinces droite et gauche sur le smartphone, à partir du schéma et des cônes d'adhérence du document réponse.

À la limite d'adhérence, chaque effort suit le bord supérieur du cône. L'angle φ étant mesuré par rapport à l'horizontale, $\tan\varphi = 0{,}6$. Par symétrie, la composante verticale de chaque effort vaut $P/2 = 0{,}975$ N, et sa composante horizontale vaut $0{,}975/0{,}6 = 1{,}625$ N. Le module de chaque effort est donc d'environ 1,90 N.

Efforts des pinces



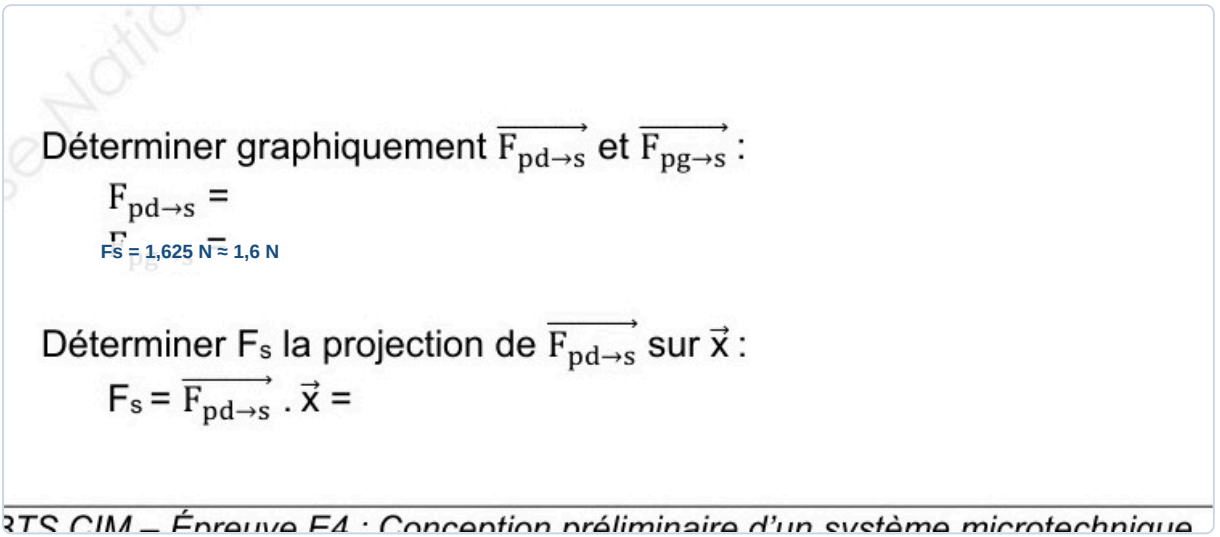
✓ RÉPONSE À RETENIR

$F_{pd\to s} = F_{pg\to s} \approx 1{,}90$ N, dirigés le long des bords supérieurs des cônes.

Question Q6. Déterminer graphiquement ou analytiquement la projection sur l'axe x de l'effort d'une pince. Cette projection correspond à la force de serrage d'une pince sur le smartphone.

La force de serrage est la projection horizontale de l'effort d'une pince. Or, à la limite d'adhérence, sa composante verticale vaut $0{,}6$ fois sa composante horizontale. L'équilibre vertical impose $2F_y = P = 1{,}95\ \text{N}$, donc $F_y = 0{,}975\ \text{N}$. Ainsi, $F_s = F_x = 0{,}975/0{,}6 = 1{,}625\ \text{N}$, soit environ 1,6 N graphiquement.

Projection de l'effort sur x



> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $F_s = 1{,}625\ \text{N}$, soit environ $1{,}6\ \text{N}$.

Question Q7. Pour chacune des trois solutions de serrage, relever dans DT8 le couple nécessaire pour obtenir la force de serrage retenue. Le sujet précise que la suite de l'étude se fera avec Fs = 1,6 N, quelle que soit la valeur trouvée précédemment.

Pour cette comparaison, le sujet impose $F_s = 1{,}6\ \text{N}$. On relève les couples correspondants sur les courbes de DT8. La lecture graphique, nécessairement approchée, donne les valeurs suivantes :

Solution	Couple de serrage
Came spirale	≈ 32 N·mm
Liaisons hélicoïdales	≈ 2 N·mm
Crémaillères	≈ 10 N·mm

La came demande le couple le plus élevé ; les liaisons hélicoïdales demandent le plus faible.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Pour $F_s = 1{,}6\ \text{N}$: came ≈ 32 N·mm ; vis ≈ 2 N·mm ; crémaillères ≈ 10 N·mm.

Question Q8. Avec un bouton moleté de diamètre 25 mm, vérifier si les couples de serrage sont compatibles avec les données ergonomiques de DT9 et conclure sur l'acceptabilité des trois solutions.

Pour un bouton moleté, DT9 donne $r = 0{,}5D$. Avec $D = 25\ \text{mm}$, le rayon d'application vaut 12,5 mm. Le tableau indique un effort momentané admissible de 4 N pour une femme : le couple admissible est donc $C = Er = 4 \times 12{,}5 = 50\ \text{N}\cdot\text{mm}$. Les couples relevés pour les trois mécanismes restent inférieurs à cette limite, y compris celui de la came spirale.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Couple admissible : 50 N·mm. Les trois solutions sont acceptables ergonomiquement.

Question Q9. Pour chacune des trois solutions, déterminer le nombre de tours nécessaire pour obtenir un déplacement des pinces de 20 mm.

DT7 donne le rapprochement total des pinces obtenu en un tour. Le nombre de tours est le déplacement demandé divisé par ce rapprochement :

Solution	Rapprochement par tour	Nombre de tours pour 20 mm
Came spirale	$2p_{spirale} = 8$ mm	2,5
Liaisons hélicoïdales	$2p_{vis} = 1{,}6$ mm	12,5
Crémaillères	$4\pi r_p = 20\pi$ mm	≈ 0,32

Les crémaillères nécessitent le moins de rotation de commande.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Came : 2,5 tours ; vis : 12,5 tours ; crémaillères : environ 0,32 tour.

Question Q10. En tenant compte des trois critères de choix, sélectionner et justifier la solution de serrage la plus adaptée.

Les trois solutions respectent le critère ergonomique. Les crémaillères, les plus rapides, sont toutefois réversibles et ne satisfont donc pas le critère de maintien. La came spirale et les liaisons hélicoïdales sont irréversibles. Parmi ces deux solutions, la came demande nettement moins de tours pour un déplacement de 20 mm, tout en restant sous le couple ergonomique admissible.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Choisir la came spirale : irréversible, ergonomiquement acceptable et plus rapide que les liaisons hélicoïdales.

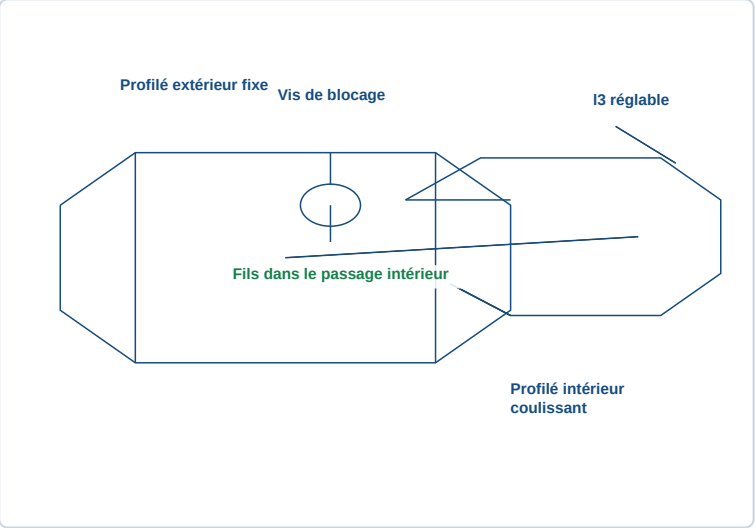
3. Réglage de la longueur du bras 2 pour l’équilibrage autour de l’axe de roulis

L’activité vise à équilibrer l’ensemble des bras 2 et 3 et du smartphone autour de l’axe de roulis Δ2. Une solution de réglage doit permettre de modifier puis de maintenir la longueur du bras 2, tout en préservant le passage des fils du moteur de tangage.

Question Q11. À l’aide d’un croquis en perspective, proposer une solution technologique simple permettant de faire varier et de maintenir la longueur l3 du bras 2. Les deux parties du bras ont une section rectangulaire et la solution doit tenir compte du passage des fils d’alimentation du moteur de tangage.

Constituer le bras 2 de deux profilés rectangulaires creux emboîtés : le profilé extérieur est fixé au bras 1 et le profilé intérieur coulisse pour régler l_3, conformément au schéma cinématique. Une vis de pression, serrée par un bouton, bloque le réglage. Faire passer les fils du moteur de tangage à l’intérieur des profilés et prévoir une longueur de fil souple suffisante pour accompagner le coulissement sans traction ni pincement.

Bras 2 télescopique, vue en perspective simplifiée



✓ RÉPONSE À RETENIR

Bras 2 télescopique à profilés rectangulaires creux, bloqué par vis de pression, avec fils protégés à l’intérieur.

4. Détermination du couple moteur dans le cas le plus défavorable

L'étude estime le couple nécessaire au moteur de panoramique en mode portrait, considéré comme le plus sollicité, en combinant l'effet du poids et celui de l'accélération verticale. Elle s'appuie sur les caractéristiques des smartphones, les masses estimées des bras et les mesures d'accélération lors d'un travelling.

Question Q12. À partir des caractéristiques des smartphones reportées dans DR1, indiquer les épaisseurs minimale et maximale et préciser si leur différence peut avoir une grande influence sur la coordonnée zG du centre de gravité.

Smartphone	Épaisseur
Apple iPhone 6S	7,1 mm
Samsung Galaxy Note 5	7,6 mm
Apple iPhone 5S	7,6 mm
Sony Xperia XZ Premium	7,9 mm
HTC U Ultra	8,0 mm
LG V10	8,6 mm

L'épaisseur minimale est celle de l'iPhone 6S et la maximale celle du LG V10. Leur différence vaut 1,5 mm. L'épaisseur intervient dans la position du centre de gravité, mais cet écart reste faible au regard des dimensions des bras et de la masse du smartphone. On conclut donc qu'elle n'a pas une grande influence sur la coordonnée z_G.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Épaisseur minimale : 7,1 mm. Maximale : 8,6 mm. Écart : 1,5 mm, sans grande influence sur z_G.

Question Q13. Calculer le couple Cp dû au poids de l'ensemble {1,2,3,S} par rapport à l'axe Δ3, comme indiqué dans l'énoncé de la question, en utilisant les données fournies. À noter : la présentation de l'activité situe l'étude du moteur de panoramique sur l'axe Δ1.

La masse totale de l'ensemble vaut 70 + 80 + 130 + 195 = 475 g, soit 0,475 kg. Les masses des bras sont données en TD4 et celle du smartphone retenu, le Sony Xperia XZ Premium, en DT6. Le schéma de l'activité et la relation de couple conduisent à calculer le moment autour de l'axe panoramique Δ_1, avec $|z_G| = 1{,}66$ mm. La mention Δ_3 dans Q13 est incohérente avec ces indications. Avec $g \approx 10$ N/kg, $C_p = m\,g\,|z_G| = 7{,}885$ N·mm.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

$C_p \approx 7{,}89$ N·mm autour de Δ_1, l'axe panoramique.

Question Q14. À partir des mesures de DT10, déterminer l'accélération maximale amax à laquelle le système est soumis lors du travelling.

Sur le graphique DT10, l'axe vertical donne l'accélération en m/s². La courbe présente une excursion négative qui atteint environ −10 m/s², tandis que les valeurs positives restent plus faibles. Pour calculer le couple maximal, il faut retenir la plus grande valeur absolue de l'accélération, et non seulement son maximum algébrique. La lecture du relevé donne donc $|a|_{max} \approx 10$ m/s². Aucune conversion d'unité n'est nécessaire.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $a_{max} \approx 10$ m/s² en valeur absolue.

Question Q15. Calculer le couple d'accélération maximal Ca max, puis le couple moteur Cm à partir des relations et données fournies.

On reprend m = 0,475 kg, $|z_G| = 1{,}66$ mm et $a_{max} = 10$ m/s². Le couple dû à l'accélération vaut $C_{a,max} = m\,|z_G|\,a_{max} = 7{,}885$ N·mm. L'énoncé demande ensuite d'additionner les couples : $C_m = C_p + C_{a,max}$. Avec $C_p \approx 7{,}885$ N·mm, on obtient 15,77 N·mm. Le couple moteur à retenir, arrondi à l'unité, est donc 16 N·mm.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $C_{a,max} \approx 7{,}89$ N·mm ; $C_m \approx 15{,}77$ N·mm, soit 16 N·mm.

5. Sélection du type de motorisation

Le stabilisateur est équipé de trois moteurs identiques et dispose de modes manuel, stabilisation et tracking. Les motorisations proposées sont évaluées selon leur réversibilité hors tension, leur capacité à maintenir précisément une position et leur encombrement ou rapport poids-puissance.

Question Q16. À partir des informations de DT11 et DT12, compléter le tableau DR3 en évaluant les motorisations proposées par une appréciation bon, moyen ou mauvais selon les critères de réversibilité, de maintien précis en position et d'encombrement ou de rapport poids-puissance.

Les appréciations s'appuient sur les propriétés décrites en DT11 et DT12. Le MCC seul ne permet pas un positionnement angulaire précis. Le réducteur apporte cette possibilité, mais augmente l'encombrement et peut introduire du jeu ; il peut aussi rendre le moteur irréversible. Les moteurs Brushless sont réversibles hors tension, pilotables précisément et présentent un bon rapport poids-puissance. L'outrunner se distingue par son couple supérieur à basse vitesse.

Motorisation	Réversibilité	Maintien précis en position	Encombrement / poids-puissance
MCC en prise directe	Bon	Mauvais	Bon
BLDC inrunner	Bon	Bon	Bon
MCC + réducteur	Mauvais	Moyen	Mauvais
MCC + réducteur + limiteur de couple	Bon	Moyen	Mauvais
BLDC outrunner en prise directe	Bon	Bon	Bon
MPP	Mauvais	Bon	Mauvais

DR3 complété : appréciations de la motorisation

Motorisation	*Critère n°1* ***Réversibilité***	*Critère n°2* ***Maintien en position (avec précision)***	*Critère n°3* ***Encombrement ou rapport poids/puissance***
MCC en prise directe	Bon	Mauvais	Bon
BLDC inrunner	Bon	Bon	Bon
MCC + réducteur	Mauvais	Moyen	Mauvais
MCC + réducteur + Limiteur de couple	Bon	Moyen	Mauvais
BLDC outrunner en prise directe	Bon	Bon	Bon
MPP	Mauvais	Bon	Mauvais

de l'enseignement professionnel

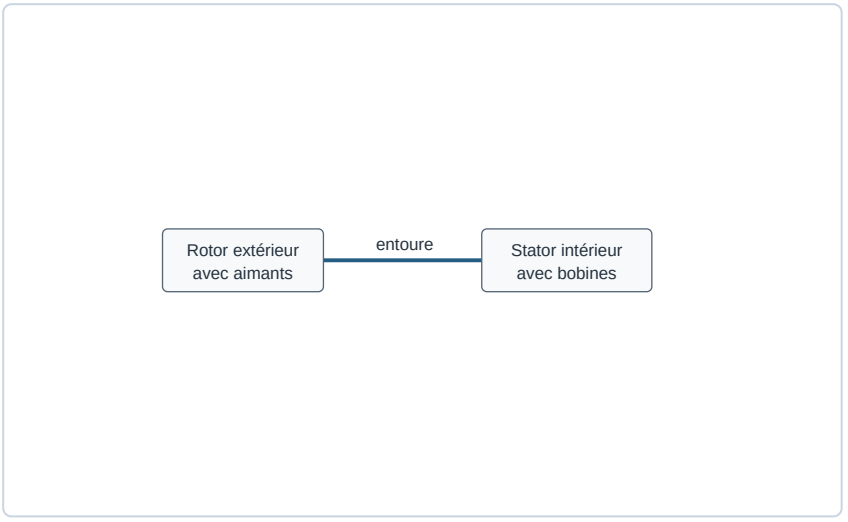
✓ RÉPONSE À RETENIR

Les deux BLDC sont bons sur les trois critères ; l'outrunner offre en plus un couple supérieur à basse vitesse.

Question Q17. À partir du tableau comparatif, déduire et justifier le type de motorisation le plus approprié au stabilisateur.

Les deux Brushless satisfont les critères du tableau, mais l'outrunner est le choix le plus adapté. Comme tout Brushless, il est réversible hors tension et permet un pilotage précis de la position. Son rotor extérieur permet d'intégrer davantage d'aimants : il fournit ainsi plus de couple à basse vitesse et se prête mieux au positionnement angulaire précis. Son encombrement et son rapport poids-puissance restent très bons, comme pour l'inrunner.

Configuration du BLDC outrunner



Le rotor extérieur entoure le stator intérieur, configuration caractéristique de l'outrunner.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Choisir le BLDC outrunner en prise directe : réversible, précis, compact et plus coupleux à basse vitesse.

6. Étude du fonctionnement et des pas d’un moteur Brushless

Une représentation simplifiée du moteur Brushless associe trois bobines de stator à quatre aimants de rotor commandés par des courants séquencés. L’activité étudie la rotation de la cloche, le nombre de pas et la résolution angulaire afin de choisir une configuration adaptée au cahier des charges.

Question Q18. Calculer l’angle de rotation de la cloche entre les instants t1 et t2 à partir des figures. Cet angle correspond à un pas de rotation.

Entre t1 et t2, l’aimant 1 se déplace de la bobine A vers la position de l’aimant 2 devant la bobine B. Les bobines sont espacées de 120° et deux aimants voisins de 90°. L’écart entre ces deux espacements donne l’angle de rotation de la cloche pour ce pas : $120^\circ - 90^\circ = 30^\circ$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Un pas de rotation vaut 30°.

Question Q19. Déterminer quel aimant sera en regard de la bobine C à l’instant t3 et justifier la réponse.

Entre t2 et t3, le courant de la bobine C devient positif. La bobine attire donc un pôle Nord. Les pôles des aimants alternent sur le rotor et, dans la position correspondant à l’étape suivante de la séquence, le pôle Nord de l’aimant 3 est attiré vers C. C’est donc cet aimant qui vient en regard de la bobine.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> L’aimant 3 vient en regard de la bobine C.

Question Q20. Calculer le nombre de pas nécessaires à la cloche pour effectuer un tour complet, en tenant compte de la répétition des chronogrammes. Le rotor représenté dans DT23 peut être découpé pour aider à l’étude.

La rotation entre deux étapes successives est de 30°. Les chronogrammes font avancer le rotor d’un tel pas à chaque étape et se répètent ensuite. Un tour complet correspond à 360° : le nombre d’étapes nécessaires pour retrouver la position initiale est $360/30 = 12$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> 12 pas sont nécessaires pour effectuer un tour complet.

Question Q21. Pour un moteur Brushless comportant 15 bobines et 16 aimants, calculer le nombre de pas par tour puis en déduire la résolution angulaire, c’est-à-dire l’angle d’un pas.

La relation donnée dans le sujet est : nombre de pas par tour = nombre de bobines × nombre d’aimants. On obtient $15 \times 16 = 240$ pas par tour. La résolution angulaire est l’angle d’un tour divisé par ce nombre de pas : $360/240 = 1,5^\circ$ par pas.

✓ RÉPONSE À RETENIR

240 pas par tour, soit 1,5° par pas.

Question Q22. Indiquer le sens de rotation de la cloche si les chronogrammes des courants des bobines B et C sont intervertis.

Intervertir les courants des bobines B et C inverse l'ordre des attractions successives. La cloche progresse alors dans le sens opposé à celui indiqué par la flèche de la figure entre t1 et t2. Cette inversion concerne la séquence de commutation, sans changer l'amplitude du pas.

✓ RÉPONSE À RETENIR

La cloche tourne dans le sens opposé à celui de la figure, donc dans le sens horaire.

Question Q23. Choisir la meilleure configuration pour l'appareil entre un moteur Brushless à trois bobines et quatre aimants et un moteur à quinze bobines et seize aimants, puis justifier le choix à l'aide des spécifications de DT4.

Le cahier des charges impose une précision angulaire ≤ 2° avec une flexibilité F0, donc non négociable. La configuration à 3 bobines et 4 aimants donne $360/(3 \times 4) = 30^\circ$ par pas, ce qui ne satisfait pas cette exigence. Celle à 15 bobines et 16 aimants donne $360/(15 \times 16) = 1,5^\circ$ par pas : elle respecte le critère.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Choisir le moteur à 15 bobines et 16 aimants : sa résolution de 1,5° respecte l'exigence ≤ 2°.

7. Électronique de puissance, choix des transistors et autonomie

L'activité porte sur les circuits permettant d'inverser ou d'annuler le courant des bobines et sur le choix des transistors MOS de l'étage de puissance. Elle étudie ensuite la commande MLI, la puissance prélevée sur la batterie et l'autonomie estimée.

Question Q24. Choisir entre les deux schémas de principe d'alimentation d'une bobine et justifier la solution retenue au regard du besoin d'inverser ou d'annuler le courant.

La solution n°1 place la bobine dans un circuit commandé en série : le courant peut être établi ou interrompu, mais il ne peut pas être inversé. La solution n°2 forme un pont en H avec deux transistors P-MOS et deux N-MOS. La commande de deux transistors en diagonale impose un sens de courant ; l'autre diagonale impose le sens opposé. L'ouverture des transistors permet également d'annuler l'alimentation de la bobine.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Choisir la solution n°2 : le pont en H inverse ou annule le courant de la bobine.

Question Q25. Lire sur la courbe couple-courant la valeur du courant nécessaire pour obtenir le couple moteur Cm en valeur absolue. Pour la suite, l'énoncé fixe Cm à 16 Nmm, quelle que soit la valeur déterminée à la question précédente.

La courbe donne environ 13 N·mm pour 1 A et 19 N·mm pour 1,5 A. Pour le couple imposé de 16 N·mm, on interpole entre ces deux points : l'augmentation de couple est de 3 N·mm sur une variation de courant de 0,5 A. Le courant correspondant est donc 1 + 3 × 0,5 / 6 = 1,25 A. La question demande sa valeur absolue.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Pour un couple de 16 N·mm, le courant lu sur la courbe est de 1,25 A en valeur absolue.

Question Q26. Choisir parmi les composants de DT13 à DT18 le meilleur couple de transistors N-MOS et P-MOS pour alimenter une bobine, après vérification des courants admissibles et comparaison des pertes par effet Joule.

Le courant à commuter est de 1,25 A. Le Si2338DS supporte jusqu'à 5,5 A en continu à 25 °C, et le Si2333DDF jusqu'à 5 A en valeur absolue : les deux composants conviennent. Aux tensions de grille spécifiées, leurs résistances maximales valent respectivement 0,033 Ω à 4,5 V et 0,028 Ω à -4,5 V. La puissance dissipée dans le chemin passant est donc la somme des pertes des deux transistors, avec $P = R \times I^2$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Retenir le Si2338DS et le Si2333DDF : courant admissible vérifié et pertes totales de conduction d'environ 0,095 W.

Question Q27. Calculer la puissance moyenne délivrée par la batterie pendant les intervalles ΔTON, lorsque la batterie alimente la bobine par l'intermédiaire des transistors MOS.

Pendant ΔT_{ON}, la batterie fournit le courant à la bobine par l'intermédiaire des transistors. La valeur moyenne du courant dans la bobine est de 1,25 A et la batterie délivre 11,1 V. La puissance moyenne fournie durant cette phase se calcule par P = U × I, soit 11,1 × 1,25. Il s'agit de la puissance pendant la conduction, avant pondération par la durée de la phase sur une période MLI.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Pendant ΔT_{ON}, la batterie délivre une puissance moyenne de 13,875 W sous 11,1 V et 1,25 A.

Question Q28. Calculer la puissance moyenne délivrée par la batterie pendant les intervalles ΔTOFF, en tenant compte du fait que les transistors isolent la batterie et qu'aucun courant n'est fourni par celle-ci durant ces intervalles.

Pendant ΔT_{OFF}, les transistors isolent la batterie : celle-ci ne fournit aucun courant, conformément à la précision de l'énoncé. Le courant dans la bobine peut se maintenir par la diode de roue libre et circuler dans une boucle locale. Ce courant de recirculation ne constitue pas un courant fourni par la batterie. La puissance délivrée par celle-ci pendant cette phase est donc nulle.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Pendant ΔT_{OFF}, la puissance délivrée par la batterie est nulle, car aucun courant ne lui est prélevé.

Question Q29. À partir des durées ΔTON et ΔTOFF, calculer la puissance moyenne fournie par la batterie sur une période de MLI, puis en déduire l'autonomie en négligeant la consommation des autres composants et des deux autres moteurs.

Une période vaut ΔT_{MLI} = 0,75 + 3,55 = 4,30 ms. La batterie fournit 13,875 W pendant 0,75 ms, puis aucune puissance pendant 3,55 ms. Sa puissance moyenne est donc 13,875 × 0,75 / 4,30 = 2,419 W. Avec l'énergie indiquée de 10,8 Wh, l'autonomie théorique vaut 10,8 / 2,419 = 4,46 h. Cette estimation concerne un seul moteur et néglige les autres consommations comme demandé.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Puissance moyenne sur une période : 2,42 W. Autonomie estimée de la batterie : 4,46 h, soit environ 4 h 28 min.

8. Commande manuelle par joystick et traitement des conversions ADC

Un joystick à deux axes commande manuellement les moteurs de panoramique et de tangage à deux vitesses dans chaque sens. Le microcontrôleur PIC 16F15356 convertit les tensions du joystick en valeurs numériques utilisées pour définir les seuils de vitesse et compléter un algorigramme.

Question Q30. À l'aide des documentations constructeurs DT19 et DT20, choisir le joystick adapté parmi les deux composants proposés et justifier le choix.

Le joystick analogique de la DT19 est adapté : il comporte deux potentiomètres de 10 kΩ, un par axe, et fournit des tensions proportionnelles au déplacement. Son rappel automatique au centre permet de retrouver la vitesse nulle lorsque l'utilisateur relâche le bouton. Le joystick de la DT20 est un interrupteur à quatre directions : ses contacts sont tout ou rien et ne permettent pas de distinguer les déplacements de 2 mm et de 4 mm nécessaires à la sélection des deux vitesses.

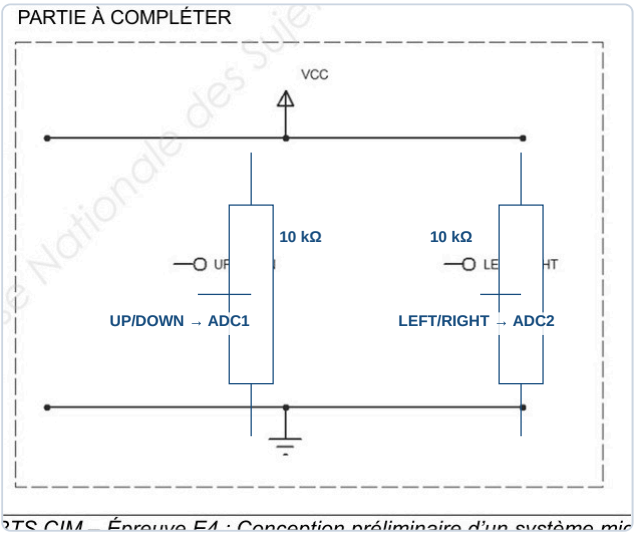
✓ RÉPONSE À RETENIR

Choisir le joystick analogique à deux axes de la DT19.

Question Q31. Réaliser sur le document réponse DR3 le schéma électrique du joystick choisi.

Chaque axe du joystick est un potentiomètre de 10 kΩ. Relier les extrémités de chacun entre VCC = 5 V et la masse commune. Relier le curseur UP/DOWN à une entrée analogique du PIC, et le curseur LEFT/RIGHT à une seconde entrée analogique. Les tensions des curseurs varient de 0 à 5 V selon le déplacement et sont lues séparément par le microcontrôleur. Le schéma DR3 représente donc deux potentiomètres alimentés en parallèle, avec deux sorties distinctes vers l'ADC.

Schéma électrique du joystick analogique complété



✓ RÉPONSE À RETENIR

Deux potentiomètres de 10 kΩ entre +5 V et la masse; chaque curseur va vers une entrée ADC distincte.

Question Q32. Déterminer les quatre valeurs décimales produites par l'ADC correspondant aux seuils de sélection des vitesses -Ω2, -Ω1, +Ω1 et +Ω2, puis compléter le tableau du document réponse DR4.

La course totale de 10 mm correspond à une variation de 0 à 5 V. La position centrale donne 2,5 V, soit une sensibilité de 0,5 V/mm. Le PIC possède un ADC 10 bits; avec la référence de 5 V, le quantum vaut q = 5/1024 V. On applique la partie entière de V/q, comme indiqué dans la documentation de l'ADC.

Vitesse	Déplacement	Tension	Valeur ADC
-Ω2	-4 mm	0,5 V	102
-Ω1	-2 mm	1,5 V	307
+Ω1	+2 mm	3,5 V	716
+Ω2	+4 mm	4,5 V	921

Valeurs des seuils reportées dans le tableau DR4

Vitesse de rotation	Déplacement du bouton du joystick	Tension électrique produite par le joystick	Valeur produite par l'ADC en décimal
	-5 mm	0V	0
- Ω2	-4 mm	0,5 V	102
- Ω1	-2 mm	1,5 V	307
+Ω1	+2 mm	3,5 V	716
+Ω2	+4 mm	4,5 V	921
	+5 mm	5V	1023

✓ RÉPONSE À RETENIR

-Ω2 : 102; -Ω1 : 307; +Ω1 : 716; +Ω2 : 921.

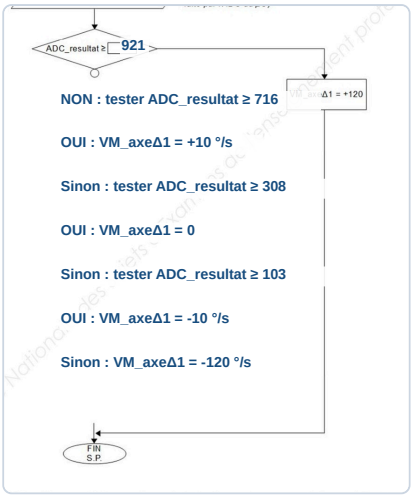
Question Q33. Compléter dans DR5 l'algorigramme du sous-programme qui attribue une valeur à VM_axeΔ1 en fonction de ADC_resultat, selon les seuils de déplacement du joystick et les cinq vitesses possibles.

Les quatre conversions des seuils sont 102, 307, 716 et 921. La décision porte sur des valeurs entières : le seuil inclusif de +4 mm est donc 921, et non 922. En testant les seuils du plus grand au plus petit, chaque résultat reçoit une seule vitesse, y compris exactement au seuil de déplacement :

1. Si ADC_resultat ≥ 921 : VM_axeΔ1 = +120 °/s.
2. Sinon, si ADC_resultat ≥ 716 : VM_axeΔ1 = +10 °/s.
3. Sinon, si ADC_resultat ≥ 308 : VM_axeΔ1 = 0.
4. Sinon, si ADC_resultat ≥ 103 : VM_axeΔ1 = -10 °/s.

5. Sinon : VM_axeΔ1 = -120 °/s.

Algorigramme DR5 complété avec les seuils inclusifs


ADC_resultat ≥ 921
Δ1 = +120
NON : tester ADC_resultat ≥ 716
OUI : VM_axeΔ1 = +10 °/s
Sinon : tester ADC_resultat ≥ 308
OUI : VM_axeΔ1 = 0
Sinon : tester ADC_resultat ≥ 103
OUI : VM_axeΔ1 = -10 °/s
Sinon : VM_axeΔ1 = -120 °/s
FIN S.P.

✓ RÉPONSE À RETENIR

≥ 921 : +120; ≥ 716 : +10; ≥ 308 : 0; ≥ 103 : -10; sinon : -120 °/s.

FormaV · Proposition de corrigé pédagogique Page 19 / 20

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2018)

Bilan de l'épreuve : Cette épreuve E4 du BTS Conception et industrialisation en microtechniques, session 2018, code 18-CDE4CP-ME1, dure quatre heures et a un coefficient 2. Elle porte sur la conception préliminaire d'un stabilisateur trois axes pour smartphone. Les activités évaluent l'équilibrage, le choix de solutions mécaniques et de moteurs, l'électronique de puissance, les calculs d'autonomie et la commande par joystick et microcontrôleur.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- À la limite d'adhérence, l'effort de frottement respecte $Ff \leq fN$; le coefficient d'adhérence indiqué entre le smartphone et une pince est $f = 0,6$.
- Le couple d'un effort tangentiel vaut $C = E \times r$; pour un bouton moleté, le rayon d'application est $r = 0,5D$.
- La puissance dissipée par effet Joule dans un transistor conducteur est $P = RDSON \times I^2$; vérifier aussi les courants admissibles.
- L'ADC 10 bits utilise N = partie entière de Ve/q, avec $q = Vref/2^{10}$, une référence de 5 V et une valeur maximale de 1023.

Points de vigilance & attentes du jury

- Utiliser le smartphone le plus lourd pour l'étude du serrage et garder des unités cohérentes dans les calculs de poids et de couple.
- Comparer les serrages selon les trois critères demandés : couple ergonomique, nombre de tours et irréversibilité.
- Distinguer la réversibilité hors tension du maintien précis en position lorsque le moteur est alimenté.
- Pour les valeurs ADC et l'algorigramme, respecter les tensions et seuils de déplacement, ainsi que le sens des vitesses.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment convertir une tension du joystick en valeur numérique ADC ?

L'ADC est codé sur 10 bits et sa référence vaut 5 V. Le quantum est $q = 5/2^{10}$ V; la conversion prend la partie entière de Ve/q et la valeur numérique est limitée à 1023.

Q : Comment calculer le nombre de tours d'une solution de serrage ?

Déterminer d'abord le déplacement des pinces produit par un tour à partir du pas de la vis ou de la came, ou de la relation donnée pour le pignon. Diviser ensuite le déplacement demandé par ce déplacement par tour.

Q : Le sujet donne-t-il un barème par activité ou des temps conseillés ?

Aucun barème de points par activité n'est imprimé dans le sujet. Des temps sont toutefois conseillés pour la lecture et les huit activités, pour une durée totale d'épreuve de quatre heures.

Q : Quels critères faut-il respecter dans les réponses et les documents à rendre ?

Le sujet demande de justifier les choix à partir des données techniques et du cahier des charges. Il faut répondre sur les documents prévus ou sur copie et remettre tous les documents réponses, même vierges.

Sujet officiel associé (PDF) : https://btscim.fr/assets/annales/bts-cim/E4 - Conception préliminaire d'un système microtechnique/2018/BTS CIM - E4 - Conception préliminaire d'un système microtechnique - Session 2018 - 1-Sujet.pdf
Ressources BTS Conception et Industrialisation en Microtechniques : 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.