

**BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR  
CONCEPTION ET INDUSTRIALISATION EN  
MICROTECHNIQUES**

**ÉPREUVE E4 :  
CONCEPTION PRÉLIMINAIRE  
D'UN SYSTÈME MICROTECHNIQUE**

**SESSION 2023**

Durée : 4 heures

Coefficient : 2

**DOSSIER TRAVAIL DEMANDÉ**

Ce dossier comporte 6 activités réparties sur 6 pages repérées TD 1/6 à TD 6/6

<b>Temps conseillés</b>	
Lecture du sujet :	30 min
Activité 1 :	30 min
Activité 2 :	30 min
Activité 3 :	1h15 min
Activité 4 :	15 min
Activité 5 :	15 min
Activité 6 :	45 min

## **Activité 1 – Détermination de la vitesse minimum de la génératrice**

L'objectif de cette partie est d'établir la valeur minimum de la vitesse de rotation de la génératrice qui permettra de délivrer une tension suffisante pour alimenter l'électronique. Il s'agit de créer un modèle d'étude de l'alimentation, voir **DT8/14** à **DT12/14**, puis d'analyser les résultats des simulations obtenus lors de son utilisation.

*Données complémentaires :*

- *L'horloge interne du microcontrôleur sera utilisée pour cadencer le programme, sa fréquence sera réglée à 4MHz.*
- *L'étude sera menée dans le cas le plus défavorable, c'est-à-dire pour la valeur maximum du courant délivré par le régulateur.*

- Question 1      **Calculer** la valeur du paramètre K de la génératrice à saisir pour réaliser la simulation (voir **DT8/14** et **DT9/14**).
- Question 2      **Compléter** le tableau du document réponse **DR1/4** et **donner** la valeur du courant  $I_{out}$  à saisir pour réaliser la simulation (voir **DT11/14** et **DT12/14**).
- Question 3      **Calculer** la valeur minimum de la tension qui doit être présente en entrée du régulateur pour qu'il puisse remplir sa fonction. (voir **DT11/14**).
- Question 4      **En déduire** la valeur minimum de la vitesse de rotation de la génératrice qui permettra de délivrer une tension suffisante pour alimenter l'électronique (voir **DT9/14**).

## **Activité 2 – Détermination des limites du rapport de transmission**

L'objectif de cette partie est de déterminer les limites du rapport de transmission du multiplicateur de vitesse (voir **DT4/14** et **DT5/14**) pour la fonction transmettre l'énergie à partir du protocole d'essai (voir **DT10/14**).

Quel que soit le résultat déterminé à la question 4, pour cette étude la valeur de la fréquence de rotation minimale de la génératrice est fixée à  $N_{G-min}=2\ 500\text{tr/min}$  (fréquence qui permettra de délivrer une tension suffisante pour alimenter l'électronique).

La valeur de la fréquence de rotation maximale de la génératrice au-delà de laquelle la tension délivrée par la génératrice est trop élevée est  $N_{G-max}=5\ 400\text{tr/min}$  (étude non présentée ici).

BTS CIM - Épreuve E4 Conception préliminaire d'un système microtechnique			Session 2023
Code : 23CDE4CP	Durée : 4 heures	Coefficient : 2	TD 1/6

Question 5 **Calculer** la vitesse maximale  $V$  en m/s atteinte par chaque utilisateur du protocole d'essai (voir **DT10/14**).

Question 6 **En déduire** les valeurs limites de la vitesse maximale  $V$  en m/s atteinte par l'ensemble des utilisateurs du protocole d'essai.

Quels que soient les résultats déterminés à la question 6, les valeurs suivantes seront retenues pour la suite :

- $V_{\max} = 0,65$  m/s
- $V_{\min} = 0,43$  m/s

Question 7 **Déterminer**, pour la valeur  $V_{\max} = 0,65$  mm/s, les valeurs limites du rapport de transmission  $i$  du multiplicateur de vitesse à partir de la plage de fréquence de rotation de la génératrice [ $N_{G-\min}, N_{G-\max}$ ].

**Déterminer**, pour la valeur  $V_{\min} = 0,43$  m/s, les valeurs limites du rapport de transmission  $i$  du multiplicateur de vitesse à partir de la plage de fréquence de rotation de la génératrice [ $N_{G-\min}, N_{G-\max}$ ].

**En déduire** la plage commune des valeurs du rapport de transmission  $i$  du multiplicateur et la valeur à retenir afin de limiter l'encombrement.

### **Activité 3 – Dimensionnement du multiplicateur de vitesses**

L'objectif de cette partie est de dimensionner le multiplicateur de vitesse et de l'implanter en respectant les limites de l'encombrement imposé (voir **DR2/4**).

Quel que soit la valeur retenue à la question 7, la valeur rapport de transmission du multiplicateur  $i=27$  sera retenue pour la suite.

*Hypothèses :*

- *Le multiplicateur de vitesse sera à trois étages compte tenu de la valeur importante du rapport de transmission (voir **DT4/14** et **DT5/14**)*
- *Les rapports de transmission élémentaires des trois étages seront égaux*
- *Afin de réduire l'encombrement, pour chaque étage le nombre de dent du pignon est fixé à  $Z_{\text{pignon}} = 12$*
- *Le rendement de chaque étage est  $\eta = 0,91$*
- *La puissance mécanique sur l'arbre de la génératrice est  $P_G = 1,2$  Watts*
- *La fréquence de rotation de la génératrice  $N_G = 2\,500$  tr/min*
- *Le matériau envisagé pour les roues dentées est du POM avec  $R_e = 70$  MPa*
- *Le coefficient de largeur de denture retenu est  $k = 6$*
- *Le coefficient de sécurité retenu est  $s = 6$*

BTS CIM - Épreuve E4 Conception préliminaire d'un système microtechnique			Session 2023
Code : 23CDE4CP	Durée : 4 heures	Coefficient : 2	TD 2/6

Question 8 **Représenter**, sous la forme d'un schéma, la structure du multiplicateur.

Question 9 **Déterminer** le rapport de transmission élémentaire d'un étage  $i_{\text{étage}}$   
**Calculer** le nombre de dents d'une roue menante d'un étage.

Question 10 **Calculer** la valeur du couple  $C_G$  au niveau de l'arbre de la génératrice.

**Calculer**, pour chaque étage, la valeur du couple au niveau de la roue menante.

Question 11 **Calculer** le module de chaque étage en utilisant la formule liant le module  $m$  au couple  $C$  (voir **DT14/14**).

**Normaliser** les modules en utilisant le tableau des valeurs principales normalisées (voir **DT14/14**).

Quelles que soient les résultats déterminés aux questions 9 et 11, les valeurs suivantes seront retenues pour la suite (voir le tableau de la question 12 sur le document réponse **DR1/4**) :

- $i_{\text{étage}} = 3$  pour les trois étages
- $Z_r = 36$  et  $Z_p = 12$  pour les trois étages
- $m_1 = 1$ ,  $m_2 = 0,75$ ,  $m_3 = 0,5$

Question 12 **Compléter** le tableau des caractéristiques du multiplicateur sur le document réponse (**DR1/4**) en précisant :

- les diamètres primitifs  $D$  des pignons et des roues dentées,
- les diamètres de tête  $D_a$  des pignons et des roues dentées,
- les entraxes  $a$ .

Question 13 **Proposer** une implantation du multiplicateur et de la génératrice en respectant les limites de l'encombrement imposées sur le document réponse **DR2/4**.

### **Activité 4 – Choix d'une solution pour acquérir les réglages**

L'objectif de cette partie est d'associer une solution technologique à la fonction technique « FT2.1 : Acquérir les réglages de l'utilisateur » (voir diagramme FAST, **DT4/14**). Deux solutions usuellement employées sont envisagées, utiliser un commutateur ou utiliser un potentiomètre (voir **DT12/14** et **DT13/14**).

Question 14 **Choisir** en vous justifiant, la solution la plus ergonomique.

Question 15 **Compléter** le tableau du document réponse **DR1/4** afin d'établir le bilan des entrées/sorties du microcontrôleur (Voir **DT6/14**, **DT12/14** et **DT13/14**).

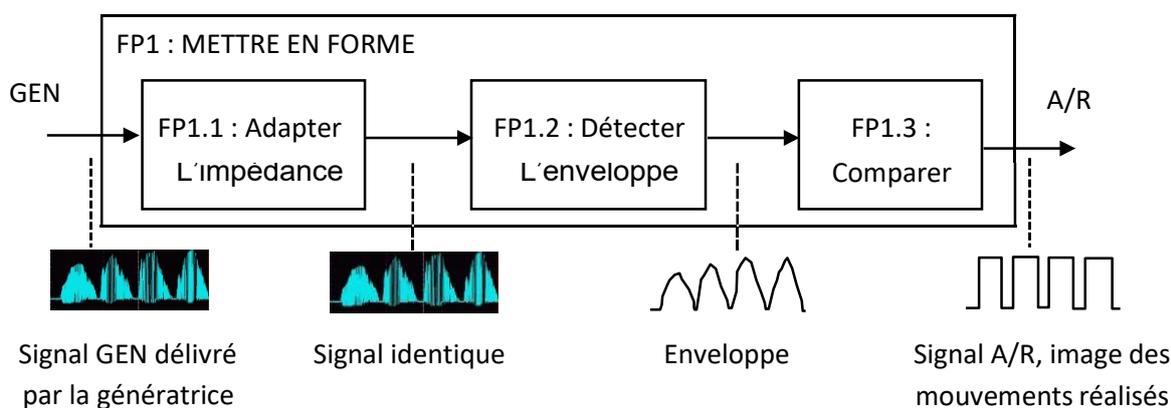
BTS CIM - Épreuve E4 Conception préliminaire d'un système microtechnique			Session 2023
Code : 23CDE4CP	Durée : 4 heures	Coefficient : 2	TD 3/6

**Donner** en vous justifiant, le montage à retenir (voir **DT12/14** et **DT13/14**) et la (les) broche(s) du microcontrôleur à utiliser.

### **Activité 5 – Choix d'une structure pour mettre en forme le signal GEN**

L'objectif de cette partie est de produire le schéma structurel de la fonction électronique « FP1 : Mettre en forme » (voir **DT6/14**).

Cette fonction assure la mise en forme du signal « GEN » délivré par la génératrice en un signal T.O.R, « A/R », qui sera au niveau logique haut pendant le déplacement du « Roller slide » et au niveau logique bas pendant l'inversion du sens de déplacement. La mise en forme se décompose en trois sous fonctions :



*Données complémentaires :*

- Les fonctions « FP1.1 : Adapter l'impédance » et « FP1.3 : Comparer » sont réalisées avec des amplificateurs opérationnels de référence LM358 (voir **DT13/14**).
- La tension de référence,  $V_{ref}$ , du montage à amplificateur opérationnel réalisant FP1.3 sera égale à 0,6 V. Elle sera obtenue à l'aide d'un pont diviseur de tension alimenté sous 3 V. La résistance totale du pont sera égale à 34k $\Omega$  afin de limiter sa consommation.

Question 16 **Donner** en vous justifiant, le nom du montage à amplificateur opérationnel à employer pour réaliser la fonction « FP1.3 : Comparer » (voir **DT13/14**).

Question 17 **Compléter** le schéma structurel de la fonction « FP1.3 : Comparer » (voir **DR3/4**). **Préciser** sur le schéma, les numéros des broches du circuit LM358 à employer (voir **DT13/14**)

Question 18 **Calculer** les résistances du pont diviseur de tension. **Choisir** leurs valeurs dans la série E24 (voir **DT11/14**).

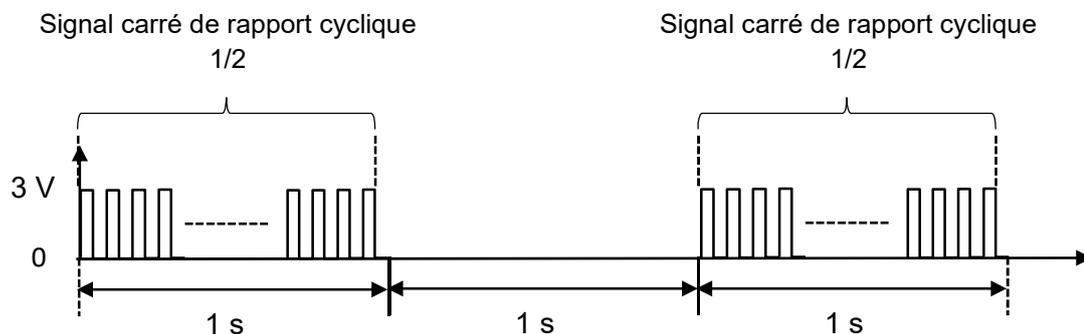
BTS CIM - Épreuve E4 Conception préliminaire d'un système microtechnique			Session 2023
Code : 23CDE4CP	Durée : 4 heures	Coefficient : 2	TD 4/6

## **Activité 6 – Description de la solution programmée**

L'objectif de cette partie est de préparer la réalisation du programme à implanter dans le microcontrôleur. Vous êtes chargé de produire l'algorithme des sous-programmes "acquérir le nombre d'allers-retours à effectuer" et "générer le signal d'alerte" (voir **DT7/14**).

*Données complémentaires :*

- *Le programme devra acquérir le signal REG qui est l'image du réglage effectué par l'utilisateur. Avant d'émettre le signal d'alerte :*
  - *Il faut réaliser 10 allers-retours lorsque  $REG \leq 1V$  ;*
  - *Il faut réaliser 20 allers-retours lorsque  $1V < REG < 2V$  ;*
  - *Il faut réaliser 30 allers-retours lorsque  $REG \geq 2V$ .*
- *La référence fabricant PIC10F222 est retenue pour le microcontrôleur (voir **DT12/14**)*
- *L'émission de l'alarme sonore se fera via un buzzer (voir **DT11/14**) qui émettra en continu un BEEP d'une durée de 1s toutes les 2 secondes.*
- *L'arrêt des aller-retours provoquera l'arrêt de l'alimentation du microcontrôleur, ce qui mettra fin au programme.*



- *Les variables utilisées dans le programme peuvent stocker des données de types :*
  - *BOOL : Vrai, 1, ou Faux, 0.*
  - *BYTE : Nombre entier allant de 0 à 255*
  - *UINT : Nombre entier allant de 0 à 65 535.*

Question 19      **Donner** le nombre de BIT du Convertisseur Analogique Numérique (CAN) présent dans le microcontrôleur puis **calculer** les valeurs décimales du nombre binaire présent sur sa sortie lorsque  $REG=1V$  et lorsque  $REG=2V$ . (voir **DT12/14**)

Question 20      **Donner** en vous justifiant, le type (BOOL, BYTE, UINT) à affecter à la variable « Reglage\_Utilisateur » qui permettra de stocker le nombre d'allers-retours à effectuer.

BTS CIM - Épreuve E4 Conception préliminaire d'un système microtechnique			Session 2023
Code : 23CDE4CP	Durée : 4 heures	Coefficient : 2	TD 5/6

---

Question 21      **Compléter** l'algorithme décrivant le fonctionnement du sous-programme « Acquérir le nombre d'allers-retours à effectuer » (voir **DR3/4**).

Question 22      **Calculer** la période du signal CDE à générer pour que le buzzer émette un BEEP (voir **DT4/14**).