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

**ÉPREUVE E4 : CONCEPTION PRÉLIMINAIRE**

**D’UN SYSTÈME MICROTECHNIQUE**

**SESSION 2023**

Durée : 4 heures Coefficient : 2

**ELEMENTS DE CORRECTION**



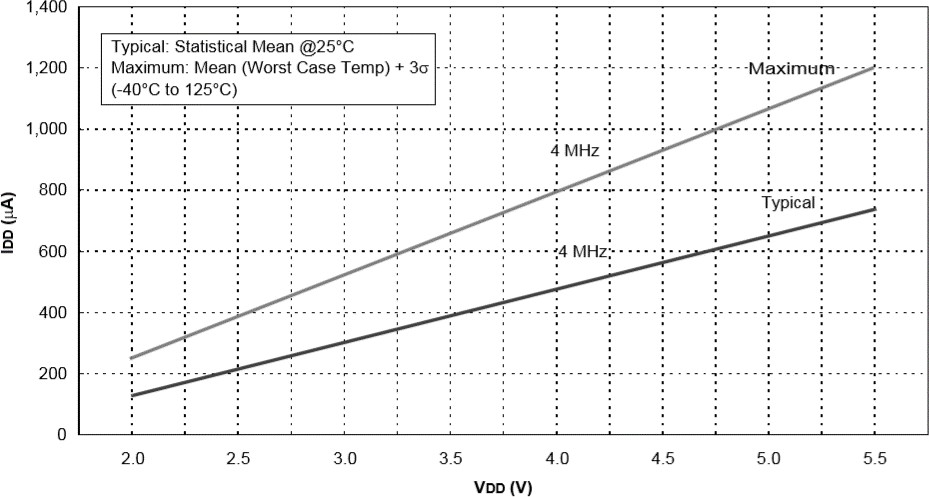
# Activité 1 – Détermination de la vitesse minimum de la génératrice

Question 1 : **Calculer** la valeur du paramètre K de la génératrice à saisir pour réaliser la simulation (voir DT8 et DT9).

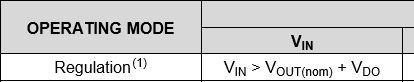
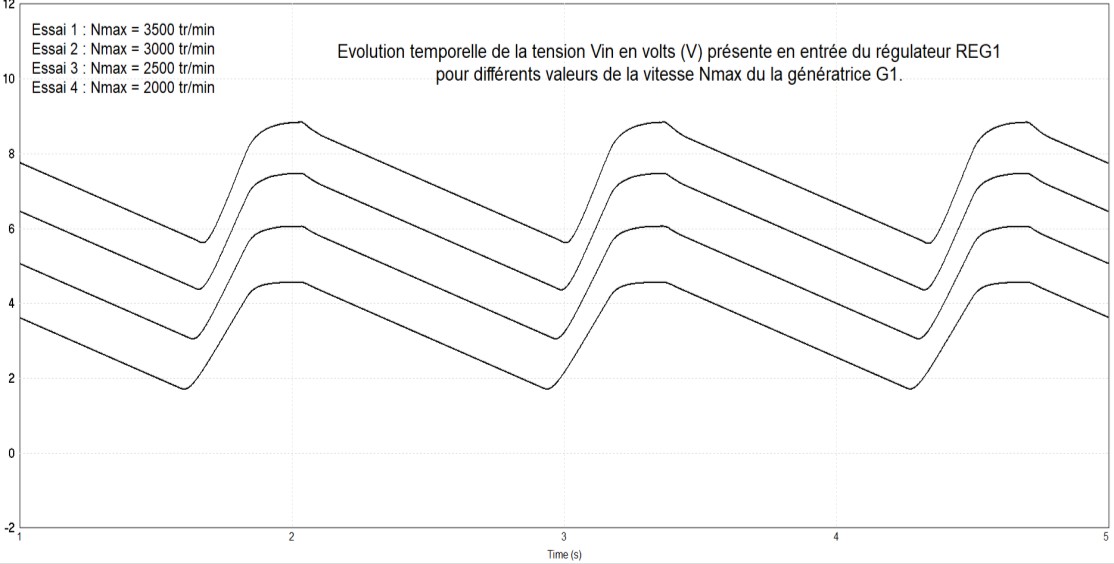


L’oscillogramme du document DT9 représente la tension délivrée par la génératrice à 3200 tr/min, son amplitude est de 12,4V. On en déduit le coefficient de tension :

Question 2 : **Compléter** le document réponse DR1 et **donner la** valeur du courant IOUT à saisir pour réaliser la simulation (voir DT9, DT11 et DT12).



|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| * La tension d’alimentation du microcontrôleur est de 3V et sa fréquence d’horloge est prise égale à 4 MHz. Le graphique du document DT12 nous permet d’établir sa consommation maximale, environ 570 µA.   570   * Le document DT11 précise que la consommation du buzzer reste inférieure à 10mA lorsqu’il est alimenté sous 3V.   Operating current : < 10mA @3Vpp – 3kHz   * La valeur à saisir pour IOUT est égale à **14, 11 mA** :  |  |  |  | | --- | --- | --- | | REP | Composant | Courant absorbé (mA) | | U1 | Microcontrôleur | 0,57 | | BUZ1 | Buzzer | 10 | |  | Autres | 1,2 | | | |
| TOTAL  Majoration de 20%  TOTAL + Majoration | 11,77 |  |
| 11,77 x 0,2 = 2,34 |
| **14,11** |



Vin (V)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 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). |
| Le document DT11 précise que la tension d’entrée VIN du régulateur doit être supérieure à la tension de sortie VOUT plus VDO. Dans notre cas la valeur de la tension présente en entrée du régulateur doit être **au minimum égale à 3,3V**.  VIN > 3 + 0,3 = 3,3V | | |
| 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 DT10)**.** |
| Le document DT10 précise l’évolution de la tension VIN présente en entrée du régulateur. La question précédente nous a permis d’établir que celle-ci devait être supérieure à 3,3V. Nous constatons que cette condition est satisfaite de façon certaine pour l’essai 2 qui correspond à une vitesse de la génératrice égale à 2500 tr/min. Nous en concluons que **la vitesse de la génératrice doit être au minimum égale à 2500 tr/min.**  Essai 1 : Nmax = 3000 tr/min Essai 2 : Nmax = 2500 tr/min Essai 3 : Nmax = 2000 tr/min Essai 4 : Nmax = 1000 tr/min  VIN mini > 3,3V  Essai 1  Essai 2  Essai 3  Essai 4 VIN = 3,3V  ALLER RETOUR | | |

# Activité 2 –Détermination des limites de rapports de transmission

Question 5 : **Calculer** la vitesse maximale V en mm/s atteinte par chaque utilisateur du protocole d’essai (voir DT10).

Aire du triangle représente la course-> C=V\*t/2, V = 2 \* C /  t

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | Utilisateur 1 | Utilisateur 2 | Utilisateur 3 | Utilisateur 4 | Utilisateur 5 |  |
| Course(m) | 0,455 | 0,58 | 0,689 | 0,792 | 0,86 |
| Durée (s) | 1,4 | 2 | 2,6 | 3,3 | 4 |
| V (m/s) | 0,65 | 0,58 | 0,53 | 0,48 | 0,43 |

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.

Vmax=0,65 m/s Vmin=0,43 m/s

Question 7 : **Déterminer,** pour la valeur Vmax= 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 [**NG-min**,**NG-**

**max]**.

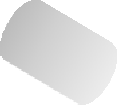
**Déterminer,** pour la valeur Vmin= 0,43 m/s**,** les valeurs limites du rapport de transmission **i** du multiplicateur de vitesse à partir de la plage de fréquence de rotation de la génératrice [**NG-min**,**NG-max]**.

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

|  |  |
| --- | --- |
| **i**= wG /wroue= wG /(V/R) avec D=90mm=0,09m et 2500tr/min wG 5400tr/min  soit R=45mm=0,045m et 261,8rad/s wG 565,5rad/s | |
| Pour Vmax=0,65 m/s :  **i**mini= wG-mini/(Vmax/R) = 18,12  **i**maxi= wG-maxi/(Vmax/R) = 39,15 | Pour Vmin=0,43 m/s :  **i**mini= wG-mini/(Vmin/R) = 27,40  **i**maxi= wG-maxi/(Vmin/R) = 59,1 |
| La plage commune est 27i39  La valeur retenue afin de limiter l’encombrement est i=27 (valeur la plus petite commune) | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Question 8 : | **Représenter**, multiplicateur | sous | la forme d’un | schéma, la | structure | du |
|  | Génératrice | Etage 3  Etage 2  Etage 1 | |  | | |
| Multiplicateur |  | | |
| de vitesse à |  | | |
| trois étages de |  | | |
| multiplication |  | | |
|  | Roue dentée | | |
|  | intermédiaire | | |
|  | (Z=20, m=0,5) | | |

Question 9 :



**Déterminer** le rapport de transmission élémentaire d’un étage **iétage Calculer** le nombre de dents d’une roue menante d’un étage.

iétage=(27)1/3=3 Zroue = Zpignon\*3=12\*3=36

**Calculer** la valeur du couple CG au niveau de l’arbre de la génératrice.

Question 10 : **Calculer**, pour chaque étage, la valeur du couple (C1 C2 C3) au niveau de la roue menante.

Cg=Pg/g= 1200/261.8 = 4.58 mN.m C3=Cg.i/=4.58\*3/0.91 = 15.09 mN.m C2=C3.i/=15.09\*3/0.91 = 49.74 mN.m

C1=C2.i/=41.36\*3/0.91 =163.97 mN.m

Question 11 :

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

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

*m*  *A* 3 *C*

avec

*A*  3

11 *s*

*Z*  *k*  *R*

*e*

A=0.1634 et m3  0.405, m2  0.601 et m1  0.894.

Modules normalisés :

m3 = 0.5, m2 = 0.75 et m1 = 1.

Question 12 :

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

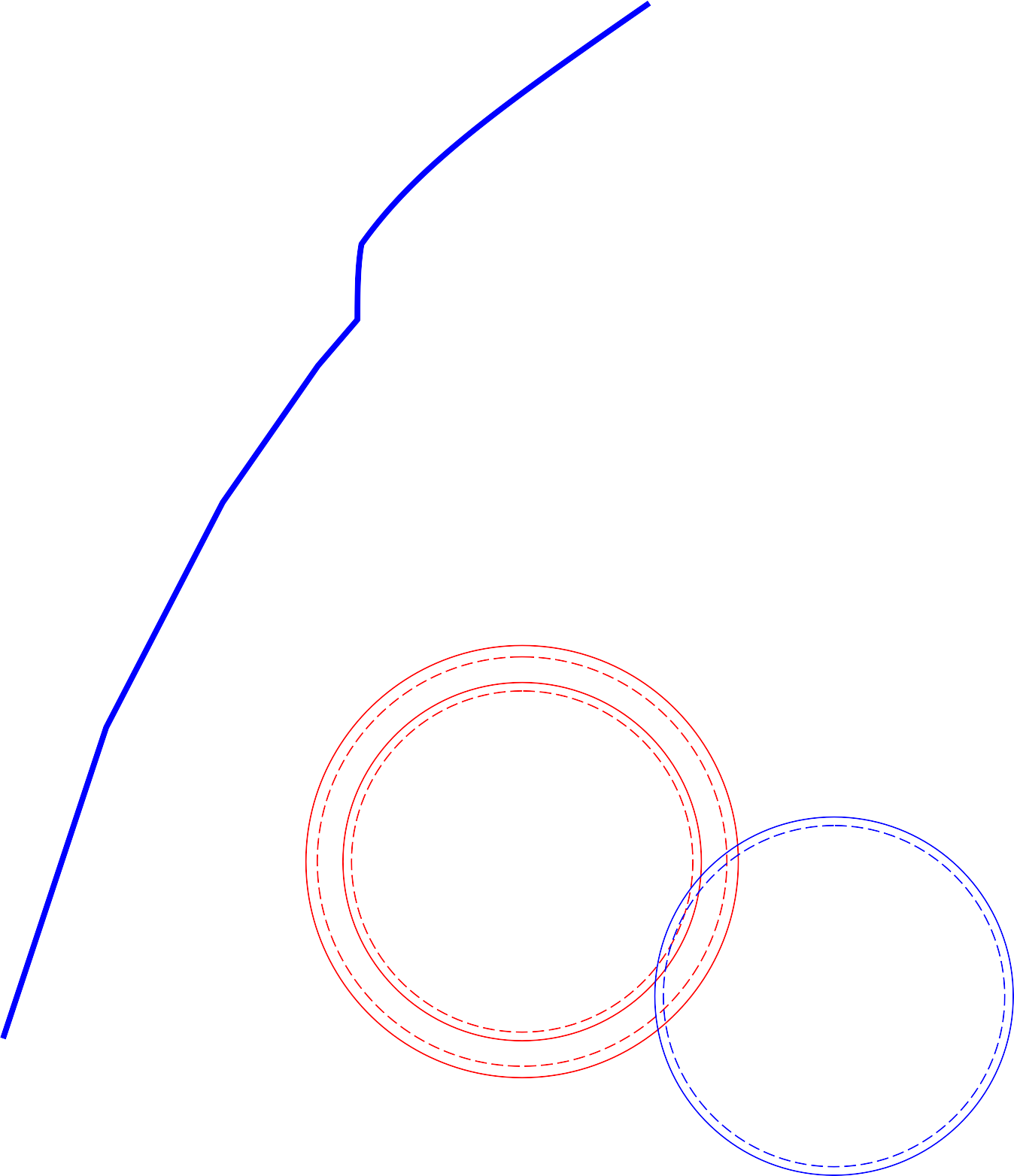
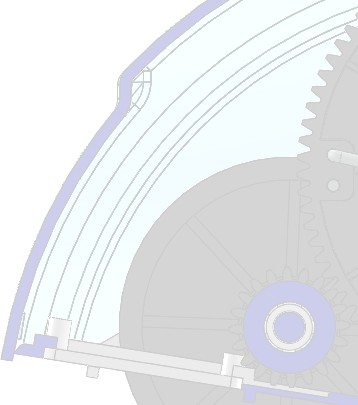
* Les diamètres primitifs **D** des pignons et des roues dentées.
* Les diamètres de tête **Da** des pignons et des roues dentées.,
* Les entraxes **a**.

Roue dentée intermédiaire

Génératrice

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| étage 1 | | étage 2 | | étage 3 | |
| iétage=3 | | iétage=3 | | iétage=3 | |
| m1 =1 | | m2 = 0,75 | | m3 = 0,5 | |
| Roue | Pignon | Roue | Pignon | Roue | Pignon |
| Zr1=36 | Zp1=12 | Zr2=36 | Zp2=12 | Zr3=36 | Zp3=12 |
| D=36 mm | D=12 mm | D=27 mm | D=9 mm | D=18 mm | D=6 mm |
| Da=38 mm | Da=14 mm | Da=28.5 mm | Da=10.5 mm | Da=19 mm | Da=7 mm |
| a=24mm | | a=18mm | | a=12mm | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Question 13 : | **Proposer** une implantation du multiplicateur et de la génératrice en respectant les limites de l’encombrement imposées sur le document réponse DR2. |  |



Echelle 2.1

**Pignon moteur**

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

Question14 : **Choisir** en vous justifiant, la solution la plus ergonomique.

Le commutateur propose à l’utilisateur un réglage simple, trois positions pour trois valeurs de réglage 10,20 ou 30 ce qui n’est pas le cas du potentiomètre. Pour cette raison nous choisissons la solution à commutateur.

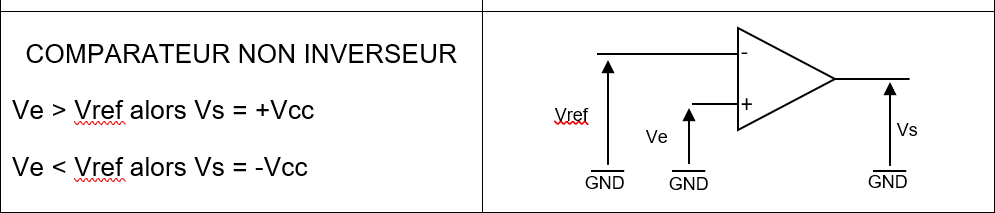
Question15 : **Compléter** le tableau du document réponse DR2 afin d’établir le bilan des entrées/sorties du microcontrôleur (Voir DT6 et DT12).

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

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Broche | Type  T.O.R / Analogique | Etat  Libre / Utilisée |  |
| 1 - GP0 / An0 | TOR/Analogique (au choix) | Libre |  |
| 3 - GP1 / An1 | TOR/Analogique (au choix) | Utilisée signal A/R |  |
| 4 - GP2 | TOR | Utilisée signal CDE |  |
| 6 - GP3 | TOR | Libre |  |
| Selon le document DT12 les entrées nécessaires pour utiliser un commutateur sont :   * Montage 1 : 3 entrées TOR * Montage 2 : 1 entrée analogique   Le premier montage ne peut pas être retenu car il n’y a pas assez d’entrées du microcontrôleur disponibles (seulement 2).  Le montage 2 ne nécessite qu’une seule entrée analogique, ce qui est envisageable puisqu’il y en a une de libre.  **Nous choisirons le montage 2**. **La broche 1 Ano sera utilisée.** | | | | |

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

|  |  |
| --- | --- |
| Question 16 : | **Donner** en vous justifiant, le nom du montage à amplificateur opérationnel à employer pour réaliser la fonction « FP1.3 : Comparer » (voir DT13). |
| Le signal de sortie du comparateur A/R doit être :   * au niveau haut lorsque le Roller Slide se déplace, donc lorsque Venveloppe > Vreference =0,6V. * au niveau bas lors de l’inversion du sens de rotation, donc lorsque | |



|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Venveloppe < Vreference =0,6V.  Selon le document DT12, le montage qui correspond à ce fonctionnement est le  **comparateur non inverseur**. | | | | | | | |
| Question 17 : |  |  | **Compléter** le document réponse DR3 en réalisant le structurel de la fonction « FP1.3 : Comparer ». **Préc** schéma, les numéros des broches du circuit employer. | | | | schéma **iser** sur le LM358 à |
|  | | FP1.1 : Adapter | | FP1.2 : Détecter |  |  | |
|  | | 2 - | |  |  |  | |
| GEN | | 3 + | |  |  |  | |
|  | |  | | GND GND |  |  | |
|  | | FP1.3 : Comparer | |  |  |  | |
|  | | 5 | | + |  |  | |
|  | | 3V | | 7 |  | A/R | |
|  | | R1 | | - |  |  | |
|  | | R2 6 | |  |  |  | |
|  | | GND | |  |  |  | |
|  | | | | | | | |
| Question 18 : |  |  | **Calculer** les résistances du pont diviseur de tension. **Choisir**  leurs valeurs dans la série E24 (voir DT11). | | | | |
| = 6800Ω.  Nous en déduisons R1 = 34000 – 6800 = 27200 Ω.  Les valeurs à retenir dans la série E24 sont R1 = 27 000Ω et R2 = 6 800Ω | | | | | | | |



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

|  |  |
| --- | --- |
| 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). |
| Selon le document DT12 le microcontrôleur possède un convertisseur 8 BIT, il délivrera donc un nombre proportionnel à la tension présente sur son entrée de conversion, allant de 0 à 255 pour une tension comprise entre 0 et 3V.  Le signal REG est présent sur l’entrée de conversion du CAN, les valeurs qu’il délivre sont les suivantes :   * Nombre CAN = (1/ 3) x 255 = 85 pour REG = 1V * Nombre CAN = (2/3) x 255 = 170 pour REG = 2V | |
| 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. |
| La variable « Reglage\_Utilisateur » accueille la valeur du nombre de cycle d’allers-retours réglé par l’utilisateur, comme celui peut être égal à 10,20 ou 30 nous devons affecter le type BYTE à la variable « Reglage\_Utilisateur ». | |
| Question 21 : | **Compléter** sur le document réponse DR4, l’algorigramme décrivant le fonctionnement du sous-programme « Acquérir le nombre d’allers-retours à effectuer ». |
| Début Acquérir An0  An0 < 170 FAUX  An0 ≤ 85 FAUX  VRAI  VRAI  10 → Reglage\_Utilisateur 20 → Reglage\_Utilisateur 30 → Reglage\_Utilisateur  Fin | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Question 22 : | **Calculer** la période du signal CDE à générer pour que le buzzer pour que le buzzer émette un BEEP (voir DT4). | | |  |  |  |  |
| Selon DT3 la fréquence du signal d’alerte émis par le buzzer doit être de 3kHz, par conséquent la période du signal est T = 1/f = 1 / 3000 = 3,33 10-4 s = 333 µs | | | | | | | |
| Question 23 : | **Compléter** sur le document réponse DR4, l’algorigramme décrivant le fonctionnement du sous-programme « Générer un signal d’alerte ». | | | | | | |
|  | Début | Faire 3000 fois  1s |  | | | | |
| Faire toujours |  | | | | |
|  | 1 ->GP2 | | | | |
|  | 167 µs | | | | |
|  | 0 -> GP2 | | | | |
|  | 167 µs | | | | |
| Fin |  | | | | |