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 consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du Bac Général Maths + SI, veuillez visiter :
bac-maths-si.fr/annales-sujets-et-corriges

Partie 1 - Sciences de l'ingénieur

Dérailleur électronique de vélo de course



CORRIGÉ

Sous partie 1

Question 1.1 : Voir correction DR1

Question 1.2 : Le risque d'interférence (collision) de la biellette [EF] avec les formes du guidage en rotation d'axe (C, ***z***) du levier [CD] existe car le segment [EF] qui modélise la biellette traverse le cercle de diamètre 12 mm.

Le concepteur du dérailleur a résolu ce risque d'interférence en donnant à la biellette [EF] une forme courbée (cette forme a été obtenue en utilisant un modeleur volumique pour que dans toutes les positions du mécanisme, il n'y ait pas d'interférence, tout en gardant la forme la plus « rectiligne » possible)

Question 1.3 : Voir correction DR1

Question 1.4 : déplacement de la chaîne = course de la fourchette – (dimension de la partie intérieure de la fourchette – largeur de la chaîne)

$$= 11 - (11 - 5{,}5) = 5{,}5 \text{ mm.}$$

L'exigence de déplacement latéral de la chaine étant de 5,5 mm, (exigence 1.1.1), cette exigence est satisfaite.

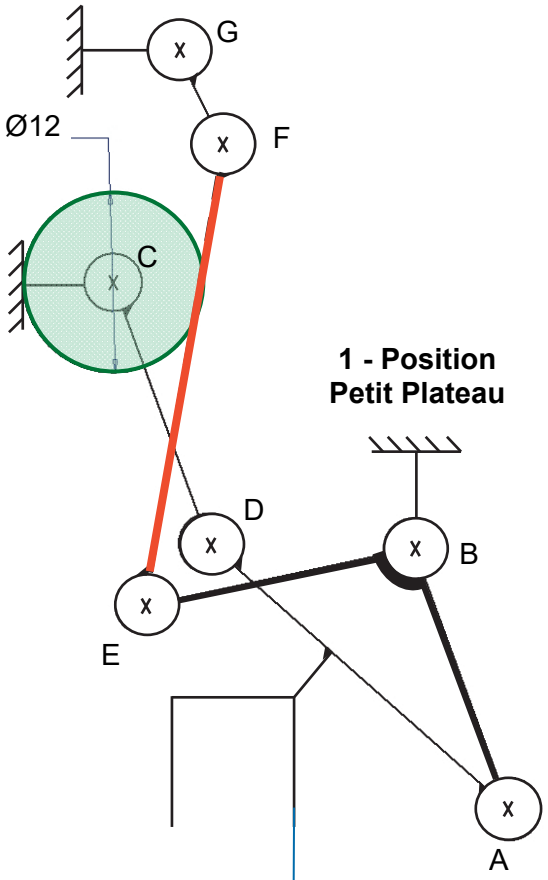
Question 1.5 : avec les hypothèses précédentes, la biellette est en équilibre. Elle est soumise à 2 actions mécaniques modélisables par des glisseurs. L'application du PFS permet, entre autres, de connaitre le support de la force en F de la biellette sur la manivelle qui est la droite (EF).

$Cs = \left|\left| F_{\text{biellette}\rightarrow\text{manivelle}} \right|\right| \times d$ avec d « bras de levier »

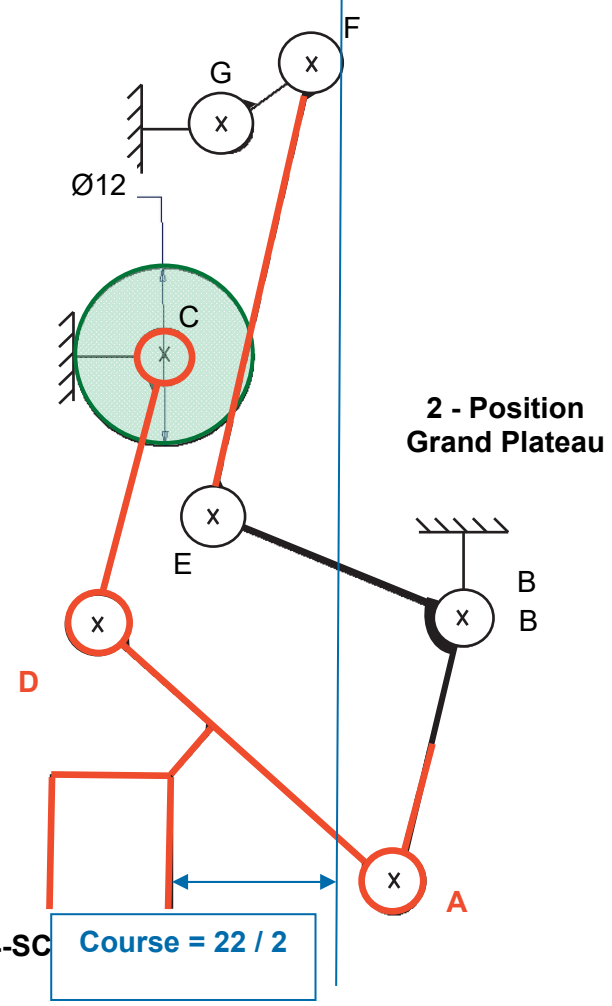
Soit, $Cs = 27 \times 7{,}1 \times \cos(17{,}6) = 182{,}7$ N.mm

Le couple nécessaire maximal Cs en sortie du réducteur au point G doit être de 183 N.mm pour satisfaire l'exigence 1.1.2.1.

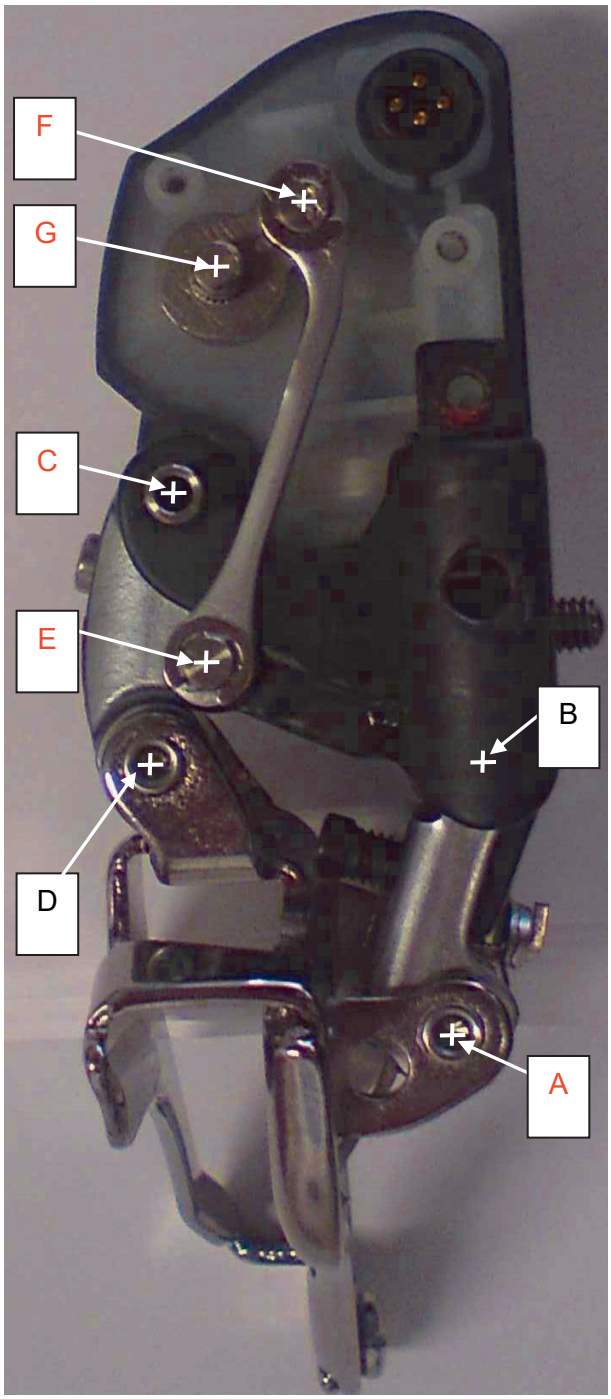
DR1 : CORRECTION QUESTION 1.1 ET 1.3



1 - Position Petit Plateau



2 - Position Grand Plateau



Echelle 2 pour les schémas cinématiques et la photo

EF = 31,1 mm

Course = 22 / 2

Question 1.6 : Couple moteur nécessaire

Rendement global du réducteur

$$\eta_g = 0{,}87 \times 0{,}87 \times 0{,}7$$

$$\boxed{\eta_g = 0{,}527}$$

Calcul du rapport de réduction global

$$R_g = r_1 \times r_2 \times r_3$$

$$R_g = \frac{1}{3{,}36} \times \frac{1}{4{,}3} \times \frac{1}{17}$$

$$\boxed{R_g = 4{,}071 \cdot 10^{-3}}$$

Couple moteur nécessaire

$$C_{moteur} = C_s \times \frac{R_g}{\eta_g}$$

$$C_{moteur} = 183 \times \frac{4{,}071 \cdot 10^{-3}}{0{,}527}$$

$$\boxed{C_{moteur} = 1{,}41 \ \text{N} \cdot \text{mm}}$$

Le couple du moteur électrique retenu permet de transmettre un couple supérieur au couple nécessaire calculé (1,6 N·mm > 1,41 N·mm), l'effort sur la fourchette sera donc au moins de 15 N, le changement de plateaux pourra avoir lieu.

Question 1.7 : Vitesse de rotation du moteur

Calcul de la vitesse de rotation en sortie du réducteur

Pour assurer le changement de plateau l'arbre de sortie du motoréducteur doit parcourir un angle de 100° (36°+ 64°) en 0.35 s (exigence 1.1.2)

$$N_G = \frac{100 \cdot 60}{(360 \cdot 0{,}35)}$$

$$\boxed{N_G = 47{,}6 \ \text{tr} \cdot \text{min}^{-1}}$$

Calcul de la vitesse de rotation en sortie du moteur

$$N_{moteur} = \frac{N_G}{R_g}$$

$$N_{moteur} = \frac{47{,}6}{4{,}071 \cdot 10^{-3}}$$

$$\boxed{N_{moteur} = 11\,700 \ \text{tr} \cdot \text{min}^{-1}}$$

La vitesse de rotation du moteur électrique retenue est supérieure à la vitesse nécessaire calculée (12 500 tr·min^{-1} > 11 700 tr·min^{-1}), l'exigence 1.1.2 de temps de déplacement de la chaîne entre les deux plateaux sera satisfaite.

Sous partie 2

Question 1.8 Voir document réponse DR2

Question 1.9

$$R(\theta) = \theta \cdot \frac{3300}{150}$$

$$\boxed{R(\theta) = 22 \cdot \theta}$$

Question 1.10 Par application directe du pont diviseur de tension (car $I_d \approx 0$ A).

$$U(\theta) = \frac{R(\theta)}{R + R(\theta)} \cdot V_{dd}$$

$$U(\theta) = \frac{22 \cdot \theta}{1200 + 22 \cdot \theta} \cdot 3{,}3$$

$$\boxed{U(\theta) = \frac{72{,}6 \cdot \theta}{22 \cdot \theta + 1200}}$$

$$U_{PP} = U(125°)$$

$$U_{PP} = \frac{72{,}6 \cdot 125}{22 \cdot 125 + 1200}$$

$$\boxed{U_{PP} = 2{,}297\ V}$$

$$U_{GP} = U(25°)$$

$$U_{GP} = \frac{72{,}6 \cdot 25}{22 \cdot 25 + 1200}$$

$$\boxed{U_{GP} = 1{,}037\ V}$$

Question 1.11

$$q = \frac{V_{ref}}{2^N}$$

$$q = \frac{3{,}3}{2^{10}}$$

$$\boxed{q = 3{,}223\ mV}$$

$$N(\theta) = \frac{U(\theta)}{q}$$

$$N_{PP} = \frac{U_{PP}}{q}$$

$$N_{PP} = \frac{2.297}{3.223 \cdot 10^{-3}}$$

$$\boxed{N_{PP} = (712)_{10}}$$

$$N_{GP} = \frac{U_{GP}}{q}$$

$$N_{GP} = \frac{1.037}{3.223 \cdot 10^{-3}}$$

$$\boxed{N_{GP} = (321)_{10}}$$

Question 1.12 On a donc 11 mm de déplacement pour $(391)_{10}$ incréments du CAN. Soit une précision $p = \frac{11}{391} = 0.0281\ mm = 28.1\ \mu m$ par incrément.

Le CAN permet donc un positionnement de 28,1 µm, bien plus précis que celui exigé par le cahier des charges qui est de ± 100 µm. (cf. Id=1.1.1→précision de déplacement ±0.1 mm)

Question 1.13 Voir document réponse DR3

Question 1.14 Programme correspondant - Voir document réponse DR4

Le programme permet un contrôle du positionnement de la chaine par une surveillance continue de la rotation de la manivelle et par conséquent du déplacement de la fourchette agissant sur la chaine.

Sous partie 3

Question 1.15 Paramètre modifié lors de la seconde simulation : le couple résistant

Voir DR5

- durant la première phase (déplacement de la fourchette seule), le couple résistant lié à l'effort engendré par le mécanisme à fourchette est nul. Seuls les frottements internes engendrent un couple résistant.
- durant la seconde phase (déplacement de la fourchette et de la chaîne), le couple résistant lié à l'effort engendré par le mécanisme à fourchette sur la chaîne est ajouté.

Question 1.16

L'aire sous la courbe peut être scindée en trois zones : un triangle et deux rectangles. Les aires des trois zones doivent être additionnées, puis le résultat obtenu en mA·s doit être converti en mA·h.

Question 1.17

$$Q_{simulée} = \frac{(400 \times 0{,}33) + \frac{(2000 - 400) \times 0{,}04}{2} + \frac{(750 - 400) \times 0{,}13}{2}}{3600}$$

$$\boxed{Q_{simulée} = 0{,}052 \text{ mA} \cdot \text{h}}$$

Question 1.18

$$Ecart = \frac{(Q_{mesurée} - Q_{simulée})}{Q_{mesurée}} \times 100$$

$$Ecart = \frac{(0{,}052 - 0{,}045)}{0{,}052} \times 100$$

$$\boxed{Ecart = 13{,}5\ \%}$$

Le calcul ci-dessous peut être accepté

$$Ecart = \frac{(Q_{mesurée} - Q_{simulée})}{Q_{simulée}} \times 100$$

$$Ecart = \frac{(0{,}052 - 0{,}045)}{0{,}045} \times 100$$

$$\boxed{Ecart = 15{,}5\ \%}$$

Comme 13.5% ou 15,5% < 20% le modèle est validé.

Question 1.19

Sur la courbe de consommation réelle par rapport à la simulation :

- la durée du pic d'appel de courant lors du démarrage du moteur est plus longue (0,04s réel, 0,01s simulé) ;
- durant la phase de déplacement de la fourchette seule, l'intensité consommée par le moteur est plus importante que celle simulée (0,4 A réel, 0,2 A simulé) ;

- la phase de déplacement de la fourchette seule est plus longue dans le réel (0,2s réel, 0,175s simulé) ;
- durant la phase de déplacement de la fourchette et de la chaîne, l'intensité consommée par le moteur n'est pas constante dans le réel : elle augmente progressivement alors qu'elle est constante dans le simulé.

Proposition de modification du modèle (une réponse pertinente suffit) :

- ajuster la valeur des frottements internes ;
- modifier les paramètres d'inertie de l'ensemble motoréducteur – mécanisme de fourchette ;
- prendre en compte la transformation de mouvement du mécanisme de fourchette pour introduire un couple résistant non-constant ;
- prendre en compte les effets d'inertie liés à l'entrainement de la chaîne.

Question 1.20

Calcul de la consommation du DAV sur une semaine :

$$E_{DAV} = 50 \times 0{,}05 \times 7$$

$$\boxed{E_{DAV} = 17{,}5\ \text{mA} \cdot \text{h}}$$

Calcul de la consommation du DAR sur une semaine :

$$E_{DAR} = 150 \times 2 \times 0{,}05 \times 7$$

$$\boxed{E_{DAR} = 105\ \text{mA} \cdot \text{h}}$$

Calcul de la consommation des autres composants sur une semaine :

$$E_{\text{autres composants}} = 20 \times 7$$

$$\boxed{E_{\text{autres composants}} = 140\ \text{mA} \cdot \text{h}}$$

Calcul de la consommation totale sur une semaine soit 1050 Km :

$$E_{total} = E_{DAV} + E_{DAR} + E_{\text{autres composants}}$$

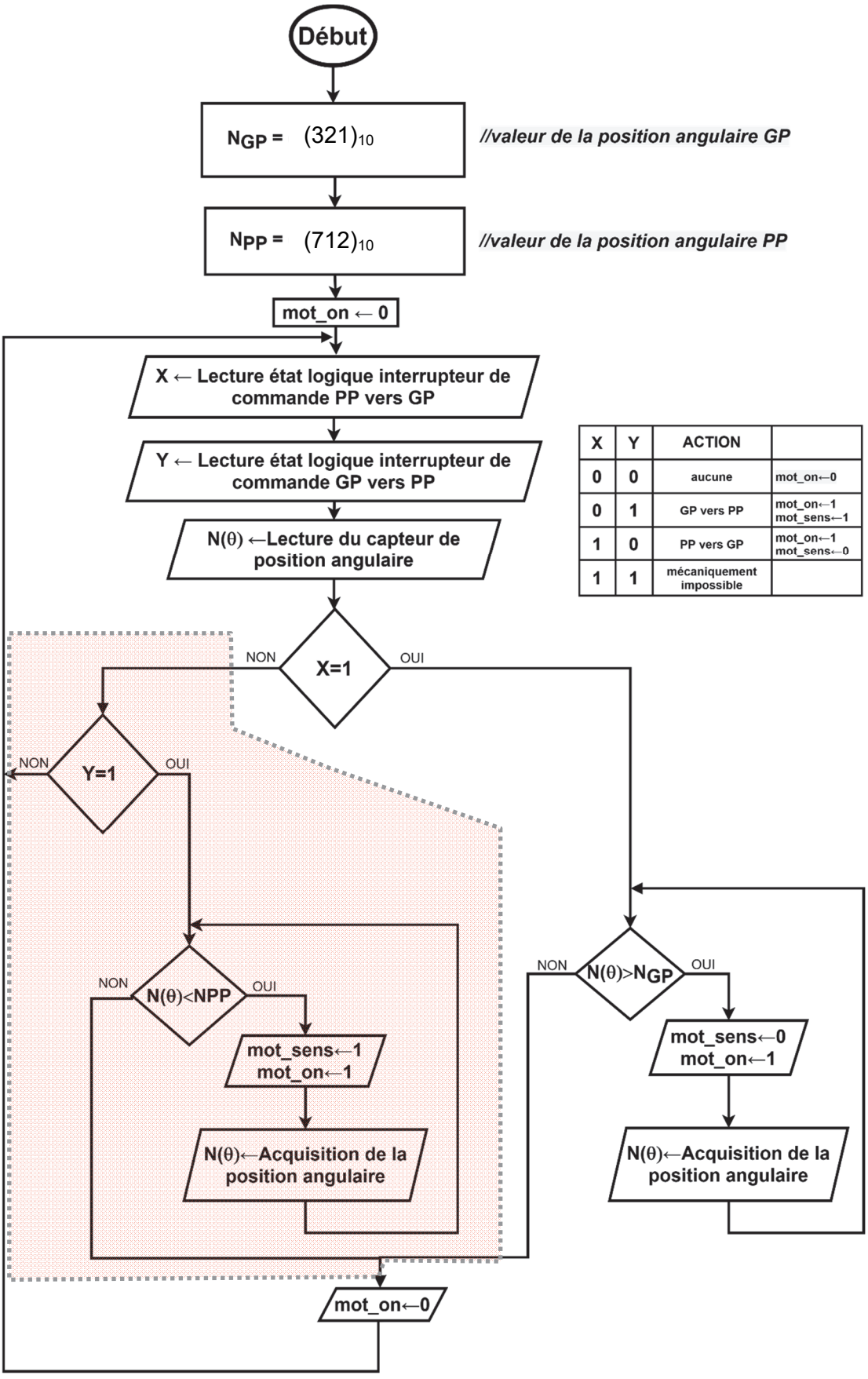
$$E_{total} = 17{,}5 + 105 + 140$$

$$\boxed{E_{total} = 262{,}5\ \text{mA} \cdot \text{h}}$$

260 mA.h < 500 mA.h (cf. Id=1.3.2.1), donc l'autonomie de la batterie est suffisante pour assurer une semaine d'utilisation sans recharge intermédiaire.

Repère	Nom du Flux	Nature du Flux	Unité
2	:Données i2C	Numérique	
3	:mot_sens	Logique	
	:mot_on	Logique	
4	:θ	Analogique	Degré ou radian
5	:R(θ)	Analogique	Ohm
6	:U(θ)	Analogique	Volt
7	:N(θ)	Numérique	

Question 1.13



X	Y	ACTION	
0	0	aucune	mot_on←0
0	1	GP vers PP	mot_on←1 mot_sens←1
1	0	PP vers GP	mot_on←1 mot_sens←0
1	1	mécaniquement impossible	

Question 1.14

```
# Programme de contrôle et de commande de déplacement de la fourchette.

from machine import ADC, Pin    #Importation des modules ADC, Pin du module machine.
from time import *

# affectation des broche de l'esp32
inter_X = Pin(25, Pin.IN)       #Objet inter_X relié à la broche 25 - entrée logique.
inter_Y = Pin(26, Pin.IN)       #Objet inter_Y relié à la broche 26 - entrée logique.
mot_on = Pin(16, Pin.OUT)       #Objet mot_on relié à la broche 16 - sortie logique.
mot_sens = Pin(17, Pin.OUT)     #Crée un objet mot_sens relié à la broche 17 - sortie.
logique
can = ADC(Pin(34))              #Crée un objet ADC (CAN) sur la broche 34 - entrée.
analogique
can.atten(ADC.ATTN_11DB)        #Règle la pleine échelle du CAN à 3.3V.
ADC.width(ADC.WIDTH_10BIT)      #Change la résolution du convertisseur à 10 bits.

# initialisation des constantes et variables
NGP = 321                       #Fixe la valeur de la position angulaire du Grand
                                #Plateau.
NPP = 712                       #Fixe la valeur de la position angulaire du Petit
                                #Plateau.
mot_on = 0                      #Mise  hors tension du moteur.

# Boucle principale infinie, tant que le dérailleur est sous tension
while True:
      X=inter_X.value()         #Lecture de l'état logique de l'interrupteur X.
      Y=inter_Y.value()         #Lecture de l'état logique de l'interrupteur Y.
      N(θ)= can.read()          #Acquisition de la position angulaire et conversion
                                #analogique-numérique.

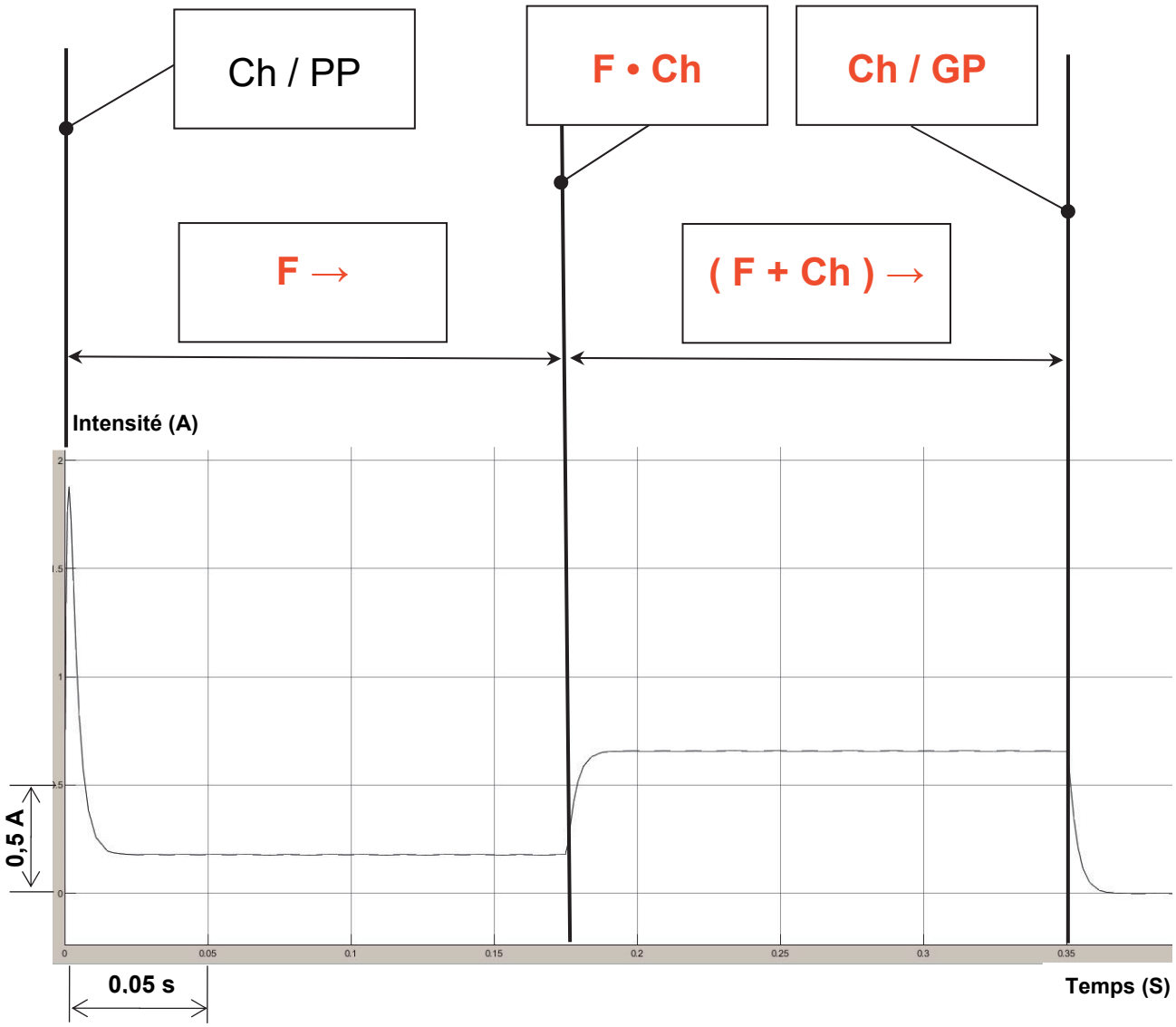
      if X==1:                  #Test de l'action mécanique des doigts sur le levier X.
         while N(θ) > NGP:      #Contrôle de la position angulaire de la manivelle.
            mot_sens.value(0)   #Fixe le sens de rotation du moteur pour un déplacement
                                #du Petit Plateau vers le Grand Plateau.
            mot_on.value(1)     #Mise sous tension du moteur.
            N(θ)=can.read()

         while N(θ) < (NGP+89): #Fixe le sens de rotation du moteur pour un déplacement
            mot_sens.value(1)   #de la fourchette de 2.5 mm, de la position Grand
                                #Plateau vers la position Petit Plateau.
            mot_on.value(1)
            N(θ)=can.read()
      elif Y==1:
         while N(θ) < NPP:
            mot_sens.value(1)
            mot_on.value(1)
            N(θ)=can.read()

         while N(θ) > (NPP-89): #Fixe le sens de rotation du moteur pour un déplacement
            mot_sens.value(0)   #de la fourchette de 2.5 mm, de la position Petit
                                #Plateau vers la position Grand Plateau.
            mot_on.value(1)
            N(θ)=can.read()
      else :
            mot_on.value(0)
```

Document réponse DR5 «Seconde courbe de l'intensité dans le moteur»

Question 1.15



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.