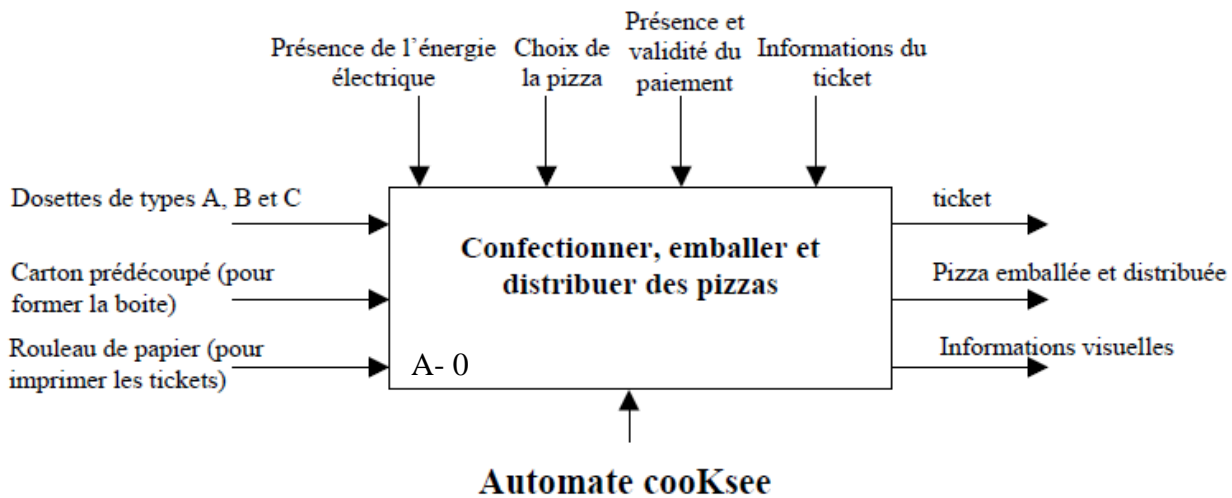


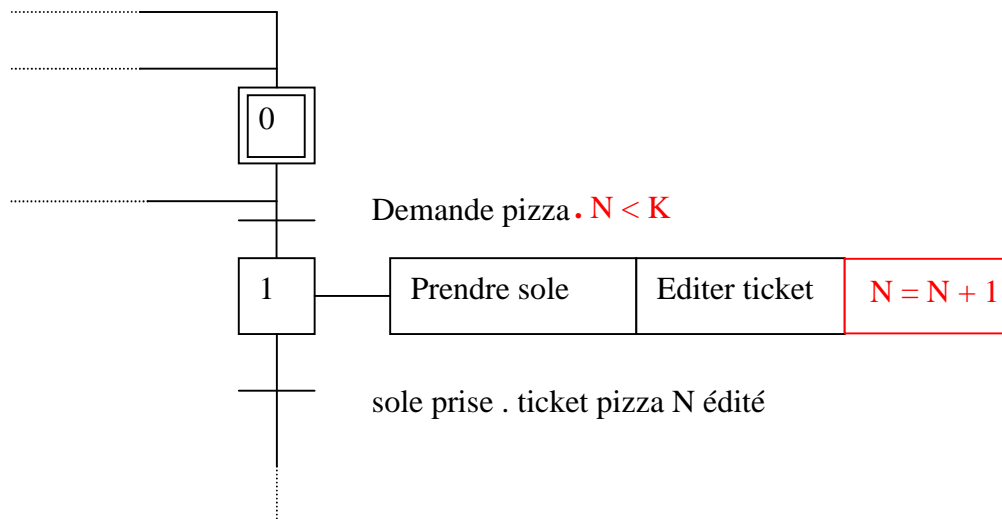
A - ANALYSE FONCTIONNELLE

- A1** A partir de l'analyse des documents précédents, compléter le diagramme de niveau A-0 de l'analyse fonctionnelle de l'automate à pizzas.

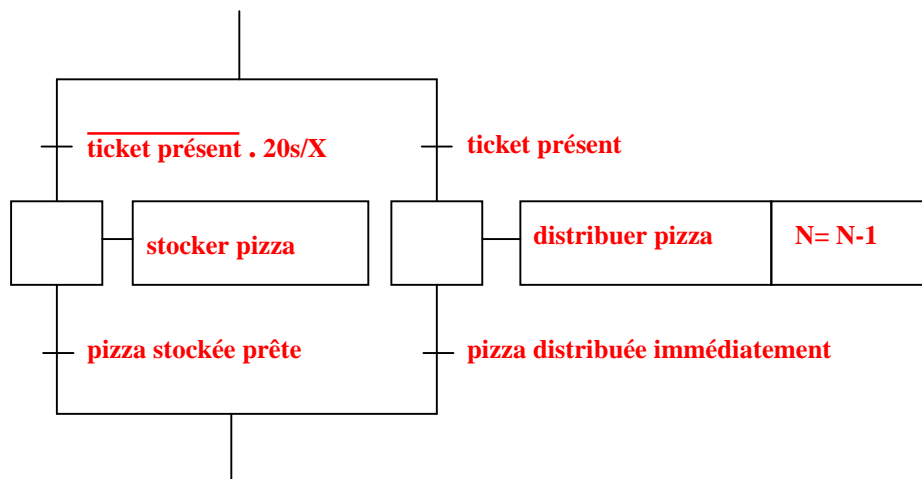


B - ANALYSE TEMPORELLE

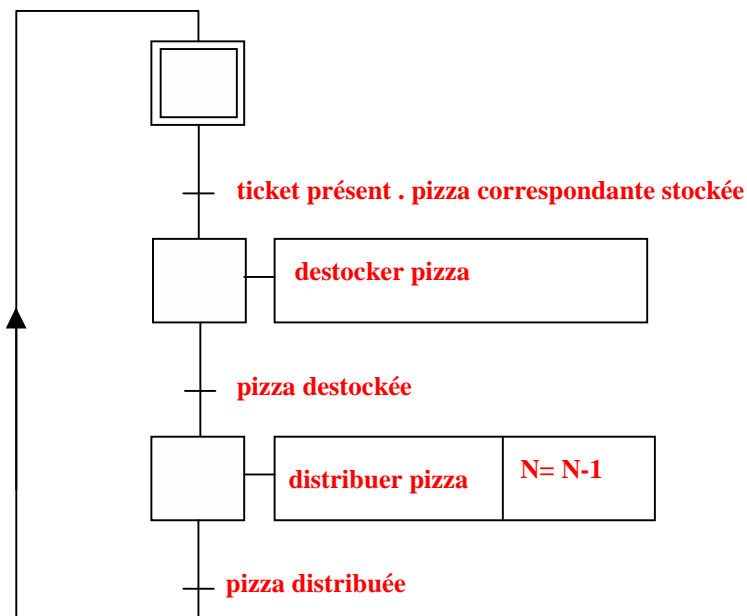
- B1** Justifier la réceptivité associée à la transition t_{89} .
Avant de vider la dosette il faut que sont transfert soit terminé et s'assurer que la sole est en rotation pour répartir correctement les ingrédients
- B2** La capacité de stockage de l'automate est limitée à K pizzas (l'automate ne prend plus de commande s'il ne peut plus stocker de pizzas).
 La pizza en cours de fabrication étant repérée N (la variable N correspond à un compteur qui vaut 0 avant que la première pizza soit commandée), modifier la transition t_{01} et l'étape 1 afin de prendre en compte le nombre de pizzas en cours de fabrication.



- B3** Tracer le grafcet «distribuer la pizza » en sachant que celle-ci est :
- immédiatement distribuée si le ticket est introduit dans l'automate avant 20 s.
 - stockée en «zone de stockage des pizzas prêtes » dans le cas contraire.



- B4** Dans le cas où des pizzas auraient été stockées par l'automate, tracer le grafcet de «déstockage » permettant au client de récupérer sa pizza.



F – UNITE DE PESAGE POUR LA MESURE DE LA MASSE DES INGREDIENTS

F1 - Capteur et principe du conditionneur

F11 Exprimer la tension V_{AB} en fonction de E , R_J , R_2 , R_3 et R_4 .

$$V_A = \frac{R_3}{R_3 + R_2} \cdot E \quad V_B = \frac{R_4}{R_4 + R_J} \cdot E$$

$$V_{AB} = V_A - V_B = \frac{R_3 \cdot (R_4 + R_J) - R_4 \cdot (R_2 + R_3)}{(R_2 + R_3) \cdot (R_4 + R_J)} \cdot E = \frac{R_3 \cdot R_J - R_4 \cdot R_2}{(R_2 + R_3) \cdot (R_4 + R_J)} \cdot E$$

F12 Déterminer la condition à remplir pour que la tension V_{AB} soit nulle lorsque la masse M est égale à zéro.

$$\text{Masse} = 0 \Rightarrow R_J = R_0 \quad V_{AB} = 0 \quad \Rightarrow \quad R_3 \cdot R_0 = R_4 \cdot R_2$$

F13 En supposant que $\frac{\Delta R}{R_0} \ll 1$, établir la relation $V_{AB} = f\left(\frac{\Delta R}{R_0}\right)$.

La mettre sous la forme $V_{AB} = E \left(\frac{\Delta R}{K_1 \cdot R_0} \right)$. Exprimer K_1 .

$$V_{AB} = \frac{R_0 \cdot R}{2 \cdot R_0 \cdot (2 \cdot R_0 + R)} \cdot E = \frac{R}{2 \cdot (2 + \frac{R}{R_0})} \cdot E \quad V_{AB} \cong \frac{R}{4 \cdot R_0} \cdot E$$

Soit $K_1 = 4$

F14 Pour une masse de 4kg l'allongement relatif de la plaque déformable est $\frac{\Delta L}{L} = 0,16\%$.

Calculer la valeur de la tension V_{AB} pour cette masse.

$$\frac{\Delta R}{R_0} = 2,2 \frac{\Delta L}{L} = 0,352 \% \quad V_{AB} = \frac{E}{4} \cdot \frac{\Delta R_0}{R_0} = 4,4 \text{ mV}$$

F2 – Amplificateur (figure 3)

F21 A partir de la figure 4, établir l'expression de $V_1 = f(V_{AB}, R, R_6)$.

$$V_{AB} = \frac{R_6}{R_6 + 2 \cdot R} \cdot V_1 \quad V_1 = \left(1 + \frac{2 \cdot R}{R_6}\right) \cdot V_{AB}$$

F22 A partir de la figure 5, établir l'expression de $V_2 = f(V_{10}, V_{20}, R_8, R_9)$.

$$V_2 = \frac{R_9}{R_8} \cdot (V_{20} - V_{10})$$

F23 A partir de la figure 3, établir l'expression de $V_2 = f(V_{AB}, R, R_6, R_8, R_9)$.
En déduire l'expression de l'amplification $A = V_2/V_{AB}$.

$$V_{20} - V_{10} = -V_1 \text{ alors } V_2 = -\frac{R_9}{R_8} \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot R}{R_6}\right) \cdot V_{AB} \text{ et } A = -\frac{R_9}{R_8} \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot R}{R_6}\right)$$

F24 Compte tenu des valeurs des composants intégrés dans l'amplificateur INA114 et des caractéristiques du "capteur/conditionneur" utilisé, calculer la valeur à donner à R_6 pour que $V_2 = 4V$ pour une masse de 4kg.

Donner une solution, à partir des valeurs normalisées à $\pm 5\%$ (voir annexe 4) de résistances (fixe et/ou variable), pour réaliser cette valeur avec précision.

$$V_{AB} = \frac{4}{5} \cdot 9,726 \cdot 10^{-3} = 7,78 \text{ mV}$$



le montage comporte une erreur car pour obtenir une tension de

sortie positive il faut inverser le sens de la tension V_{AB} . Ainsi le gain $A = \frac{V_2}{V_{AB}} = \frac{R_9}{R_8} \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot R}{R_6}\right)$

$$\text{Soit } R_8 \cdot V_2 = R_9 \cdot V_{AB} \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot R}{R_6}\right) \text{ et } R_6 = \frac{2 \cdot R \cdot R_9 \cdot V_{AB}}{(R_8 \cdot V_2 - R_9 \cdot V_{AB})} = 97,4 \Omega$$

Solution technologique à réaliser : mise en série d'une résistance fixe de 82Ω et d'une résistance variable de 22Ω .

F3 - Le filtre

F4 - Le convertisseur Analogique-Numérique

F41 Calculer l'erreur maximale commise par le CAN au niveau de la mesure de la masse M. Est-elle compatible avec le cahier des charges?

L'erreur maximale $\varepsilon = \pm \frac{q}{2} = \pm \frac{\text{Plage max de la grandeur analogique}}{2 \cdot 2^n} = \pm \frac{5}{2 \cdot 2^{12}} = \pm 610 \cdot 10^{-6} \text{ V}$

Soit au niveau de la masse une erreur de $\varepsilon_M = \pm 610 \cdot 10^{-6} \text{ kg} = \pm 610 \cdot 10^{-3} \text{ g}$

L'erreur maximale sur la mesure +/- 0,61 g est bien inférieure à la valeur du cahier des charges qui est de +/- 1 g.

F42 Calculer le résultat (en décimal) de la conversion A/N lorsque la masse est égale à 2,4kg. L'exprimer ensuite en binaire naturel et, en vous aidant de la documentation du constructeur (voir annexe 5), tracer, sur le **DOCUMENT REPONSE 4**, le chronogramme du signal GN transmis au microcontrôleur pour ce résultat. Calculer le temps de transmission du résultat.

Lorsque $M = 2,4 \text{ kg} \Rightarrow V_3 = 2,4 \text{ V}$ et $\text{GN} = \frac{V_3}{q} = \frac{2,4 \cdot 2^{12}}{5} = 1966$

La conversion décimal/binaire donne : **GN_{binaire} : 011110101110**

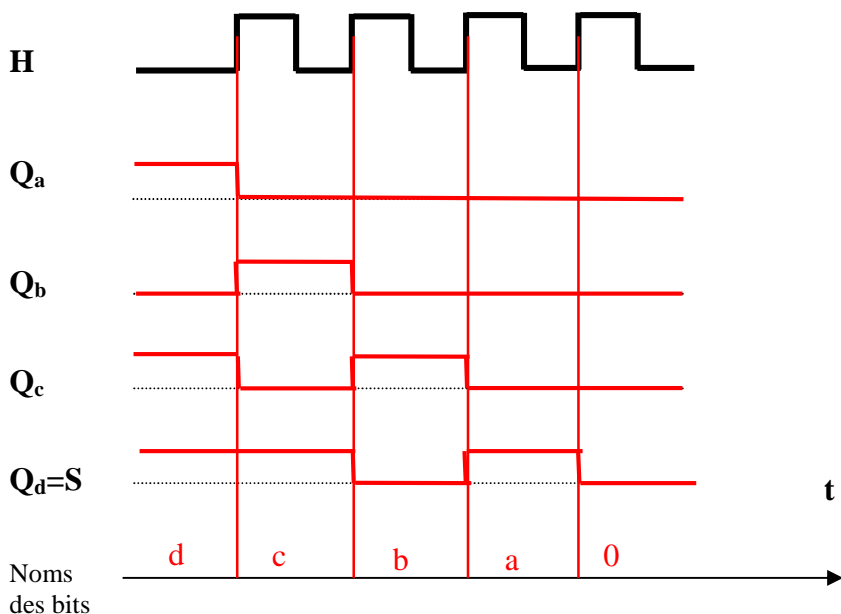
Chronogramme sur la sortie série GN.
Bien repérer l'ordre chronologique des 12 bits.



Pour transmettre les 12 bits d'information il faut 12 cycles du signal DCLOCK. Le signal DCLOCK ayant une fréquence de 1 MHz sa période vaut 1 μs .

Ainsi le temps de transmission est de 12 μs .

- F43** Compléter les chronogrammes sur le **DOCUMENT REPONSE 4**.
Repérer sur l'axe des temps les intervalles attribués à chaque bit et y noter leurs noms (a, b, c, d) tels qu'ils apparaissent sur la sortie S.



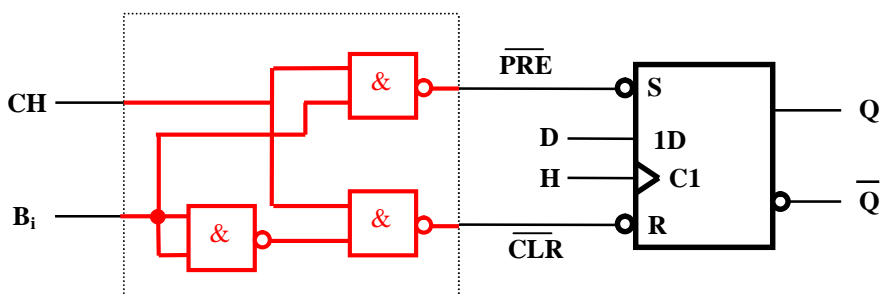
- F44** En vous aidant de la documentation du constructeur de l'ADS7816 concernant le format de sortie des bits $b_{11} \dots b_0$, indiquer, dans ce montage d'étude, quelle est la bascule (parmi a, b, c, d) du poids fort et celle de poids faible si l'on veut conserver le même protocole.

La bascule de poids fort est ici d alors que celle de poids faible est a.

- F45** Rechercher les équations des entrées $\overline{\text{PRE}}$ et $\overline{\text{CLR}}$ qui assureront cette initialisation puis compléter le schéma correspondant sur le **DOCUMENT REPONSE 4**.
Vous pouvez utiliser tout opérateur logique que vous jugerez nécessaire.

$\overline{\text{PRE}}$ doit être actif à 0 quand $\text{CH} = 1$ et $b_i = 1$ soit $\overline{\text{PRE}} = \overline{\text{CH} \cdot b_i}$

$\overline{\text{CLR}}$ doit être actif à 0 quand $\text{CH} = 1$ et $b_i = 0$ soit $\overline{\text{CLR}} = \overline{\text{CH} \cdot \overline{b_i}}$



F5 - La transmission série RS232

- F51** Indiquer pourquoi ce défaut de la transmission série n'est pas gênant dans cette application.
La mesure de la masse n'est pas pénalisante du point de vue transmission de l'information. C'est une valeur qui varie lentement.

- F52** Citer deux raisons qui, dans cette application, justifient que la transmission série ait été adoptée.
Les installations électriques à proximité de la mesure peuvent perturber la tension de la liaison série si elle est utilisée avec des niveaux logiques TTL. Ainsi l'interprétation des tensions peut être faussée.

Les tensions mises en jeu dans la liaison RS232 sont pratiquement imperturbables par les éléments extérieurs parasitant.

De plus la nécessité d'une vitesse de transmission élevée n'étant pas justifiée, la liaison RS232 répond bien au cahier des charges.

G - Motorisation (M1) de la rotation du bras manipulateur et sa commande

G1 - Le moteur

G11 Rechercher l'expression de la vitesse de rotation $N=f(U, r, I, K_e)$ et calculer la valeur de la constante K_e .

Application numérique: sachant que la résistance $r=5,2\Omega$, exprimer la relation $N=f(U, I)$ puis tracer, sur le **DOCUMENT REPONSE 5**, les courbes $N=f(U)$ concernant le sens de rotation $N>0$ pour $I=I_0$ puis $I=I_{nom}$. Noter les coordonnées des points remarquables.

Nous avons $E = U - r.I$ (schéma électrique) et $E = K_e.\Omega$, de plus nous savons que $\Omega = \frac{2.\pi.N}{60}$

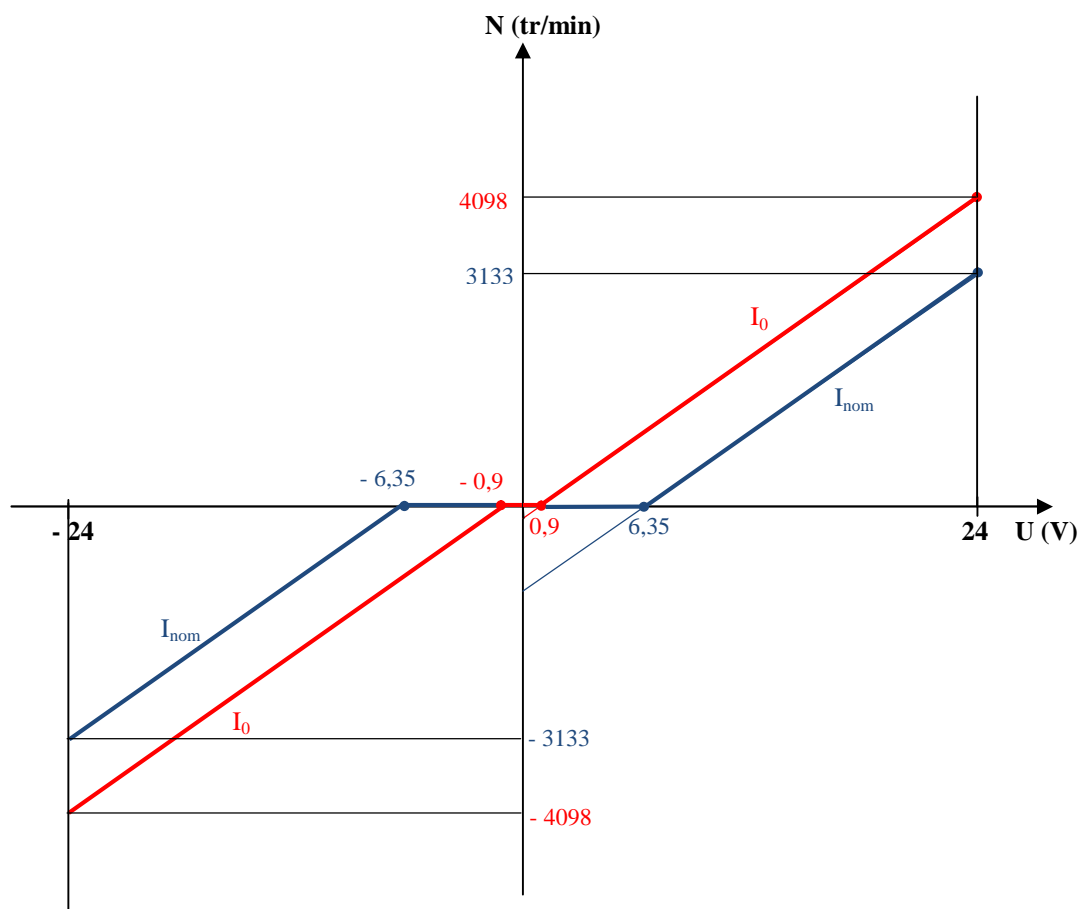
Alors $N = \frac{60.(U - rI)}{2\pi.K_e}$ et $K_e = \frac{60.(U - rI)}{2\pi.N}$

Pour la tension nominale d'alimentation de 24 V, nous obtenons une vitesse de rotation de 3133 tr/min et un courant moteur de 1,22 A d'après la documentation constructeur.

$K_e = \frac{60.(U - rI)}{2\pi.N} = \frac{60.(24 - 5,2.1,22)}{2\pi.3133} = 53,8 \text{ mV}/(\text{rad/s})$

Et $N = 177.(U - 5,2.I) = 177.U - 923.I$

Pour I_{nom} $N = 177.U - 1126$
 Pour I_0 $N = 177.U - 161$



G12 Dans l'application étudiée la variation de vitesse est obtenue en faisant varier la valeur de la tension U. Justifier la validité de ce principe.

D'après les équations de la question précédente, on vérifie que si **le courant est constant** (couple constant) on a bien la vitesse qui varie en fonction de U pour une charge donnée.

G13 Indiquer et justifier le moyen d'inverser le sens de rotation du moteur. En déduire, sur le **DOCUMENT REPONSE 5**, le tracé de $N=f(U, I)$ pour l'autre sens de rotation ($N<0$). Noter les coordonnées des points remarquables.

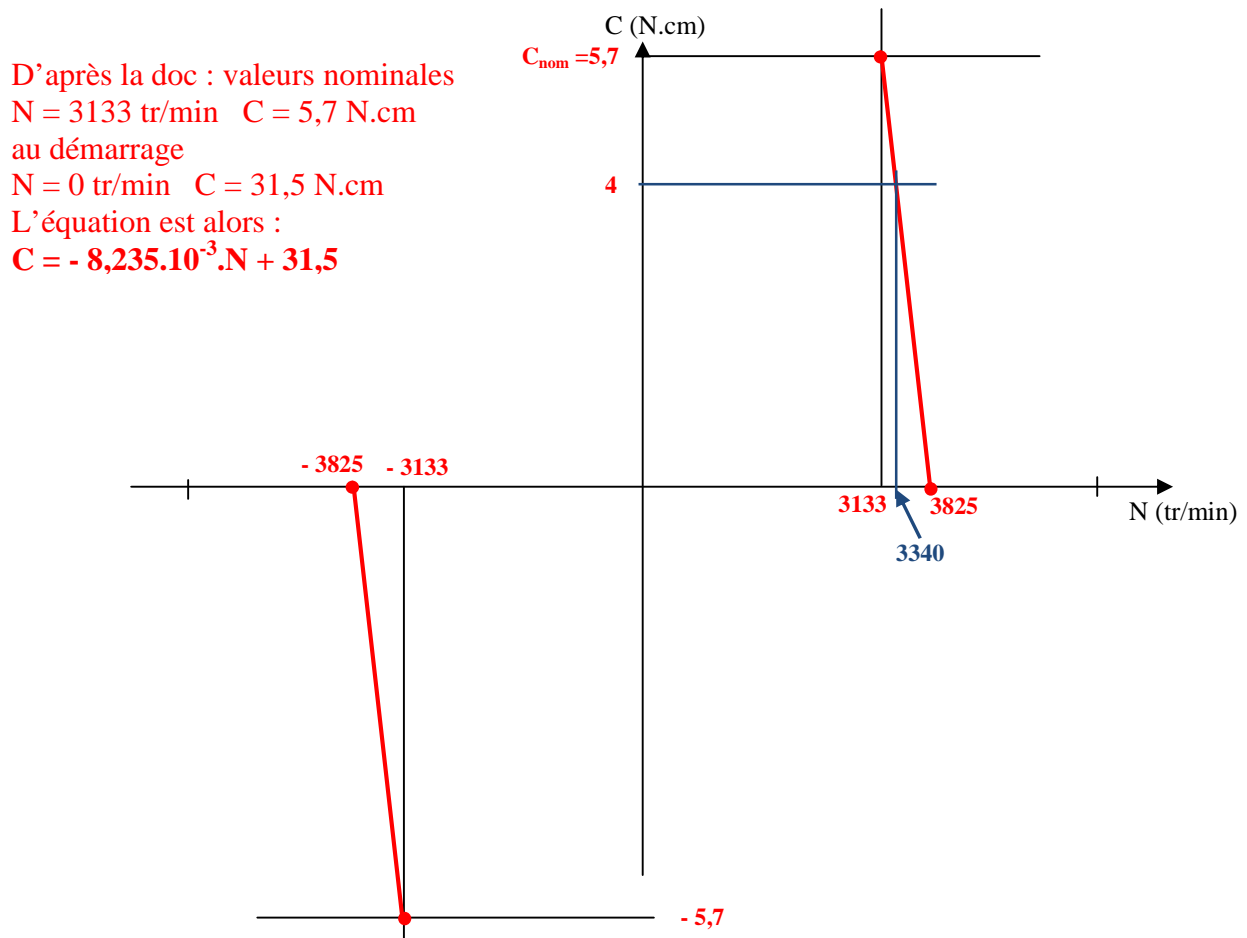
Comme le moteur est à aimant permanent, le seul moyen d'inverser le sens de rotation c'est d'inverser la tension d'induit U.

Les courbes sont tracées dans le cadran opposé à celui utilisé à la question G11.

G14 Tracer, sur le **DOCUMENT REPONSE 5**, la courbe représentant $C_u=f(N)$ pour $U=24V$ (partie utile seulement, soit $C_u \leq C_{nom}$) sachant que celle-ci est une droite dont vous trouverez les coordonnées de deux points dans la documentation du fabricant (voir annexe 1).

Effectuer ce tracé pour les deux sens de rotation ($N>0$ et $N<0$).

Noter les coordonnées des points remarquables.



G15 Déterminer, à partir de la courbe établie sur le **DOCUMENT REPONSE 5**, la valeur approximative de la vitesse de rotation pour $U=+24V$.

Nous plaçons le point de fonctionnement pour $C_u = C_r = 4 \text{ N.cm}$, le relevé graphique est peu commode par contre en utilisant la formule nous trouvons $N = 3340 \text{ tr/min}$.

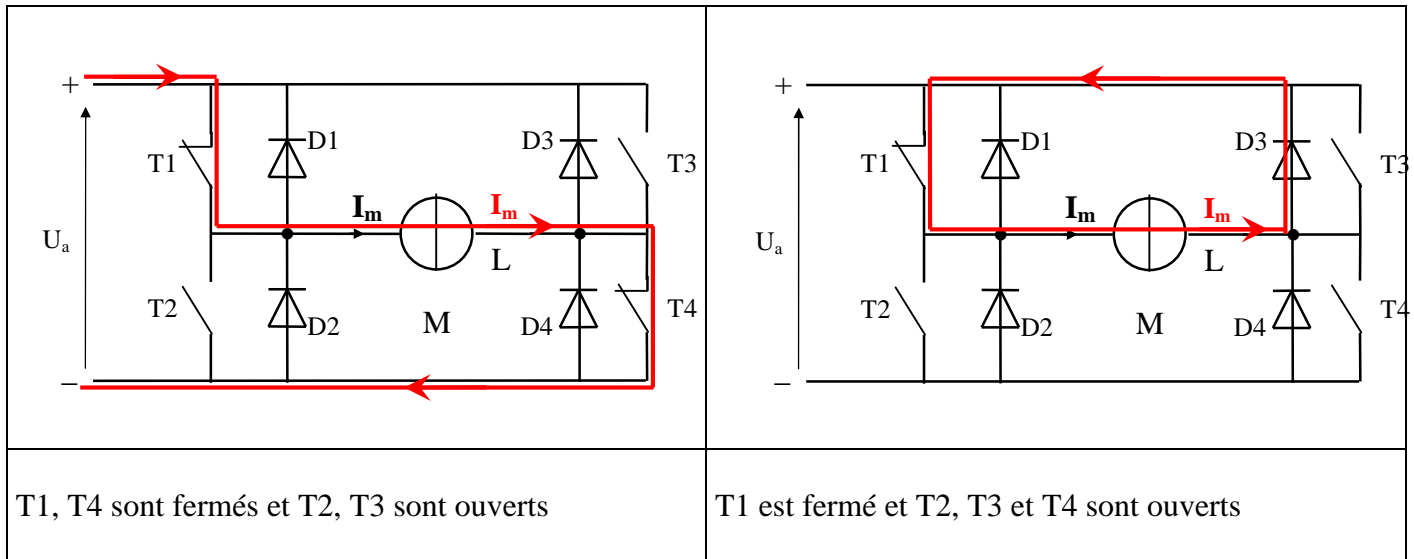
G16 Calculer le courant absorbé par le moteur. En déduire, à partir de la relation trouvée à la question G11, la valeur de la tension U à appliquer au moteur pour qu'il tourne à la vitesse $N=2000\text{tr/min}$.

D'après la formule du couple utile fournie $C_u = K_c(I-I_0)$, nous pouvons calculer $I = I_0 + \frac{C_u}{K_c} =$

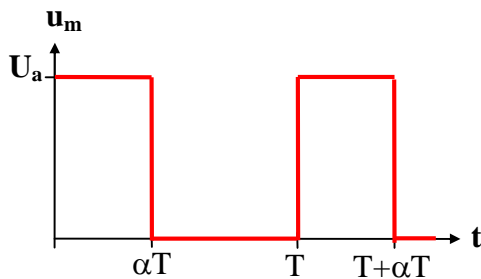
$$0,175 + \frac{0,04}{53,8 \cdot 10^{-3}} = \mathbf{0,918 \text{ A}} \text{ et avec } N = \frac{60 \cdot (U - rI)}{2\pi \cdot K_e} \text{ nous avons } U = \frac{2\pi \cdot K_e \cdot N}{60} + rI = \mathbf{16 \text{ V}}$$

G2 - Le variateur de vitesse

G21 Compléter le **DOCUMENT REPONSE 6** en traçant de manière très visible, dans chaque cas, la maille où circule le courant du moteur.



G22 En déduire, sur le **DOCUMENT REPONSE 6**, le graphe de la tension aux bornes du moteur $u=f(t)$ sur une période T.



G23 Etablir la relation de la valeur moyenne de la tension aux bornes du moteur $\langle u \rangle = f(U_a, \alpha)$.

On rappelle que $\langle u \rangle = \frac{1}{T} \int u(t).dt$

Application numérique: calculer la valeur de α pour avoir $\langle u \rangle = 15V$.

$\langle u \rangle = \alpha \cdot U_a$. et ainsi $\alpha = 15/24 = 0,625$ pour obtenir une tension moyenne de 15 V.

G24 Indiquer quelle devra être la stratégie de pilotage des transistors pour le sens de rotation N négatif.

La stratégie de pilotage des transistors pour le sens de rotation N négatif :
 T3 sera fermé et T2 sera commuté à la fréquence F_H :
 fermé durant $t = 0$ à $t = \alpha T$ et ouvert de $t = \alpha T$ à $t = T$.