

Figure 1 : Schéma bloc du système mécanique bobineuse

Source d'énergie

- Il s'agit du chargeur d'ordinateur portable utilisé sur l'extrudeuse ($230V \rightarrow 12V$).

• Potentiomètre

- Il s'agit d'un potentiomètre identique à celui disponible sur l'extrudeuse. Il permet de faire varier la résistance électrique et donc de modifier la tension appliquée aux bornes du moteur. Le moteur peut alors tourner à sa vitesse nominale sous 12 V et/ou ralentir lorsque sa tension chute.

• Moteur

- Il s'agit d'un moteur à courant continu identique à celui utilisé sur l'extrudeuse. Il fonctionne sous 12 V, tourne à 194 tr/min et délivre une puissance de 41 W. Il est disponible sur RadioSpare avec le code suivant : 834-7669. Nous ferons l'hypothèse que ce moteur peut fonctionner sous 0,62 V, soit 10 tr/min environ. Cette hypothèse reste à vérifier par la suite et à ajuster si besoin.

• Limiteur de couple 1

- Il s'agit d'un limiteur de couple miniature qui a pour fonction de préserver l'intégrité du moteur électrique et des autres composants de la machine en cas de blocage mécanique. Il agit comme un fusible mécanique qui ne s'actionne que lorsque le couple exercé dépasse une valeur critique.

• Entraînement du fil

- Ce système utilise l'énergie du moteur pour entraîner le fil polymère à une vitesse constante. Cette vitesse est déterminée par l'action sur le potentiomètre. Nous avons fait l'hypothèse que le rayon du galet qui entraîne le fil polymère est de 50 mm. Il faudra vérifier cette hypothèse en justifiant de la pertinence de cette valeur.

• Limiteur de couple 2

- Il s'agit d'un élément mécanique simple mais complexe à appréhender. Sa fonction n'est pas d'agir comme un fusible mécanique. Ici, il permet la mise en rotation variable de la bobine en fonction de son taux de remplissage. Plus de détails seront donnés par l'enseignant en face-à-face.

• Trancanage

- Ce dispositif permet de répartir le fil polymère dans la bobine de manière à optimiser son taux de remplissage. Il permet de s'ajuster manuellement à la largeur des bobines mais aussi au diamètre des fils polymères.

• Bobine

- Il s'agit de la bobine sur laquelle vient s'enrouler le fil polymère. Il existe plusieurs bobines dont la géométrie varie. La bobine est mise en rotation par le limiteur de couple 2. Sa vitesse varie non-linéairement dans le temps (*cf. Figure 2*).

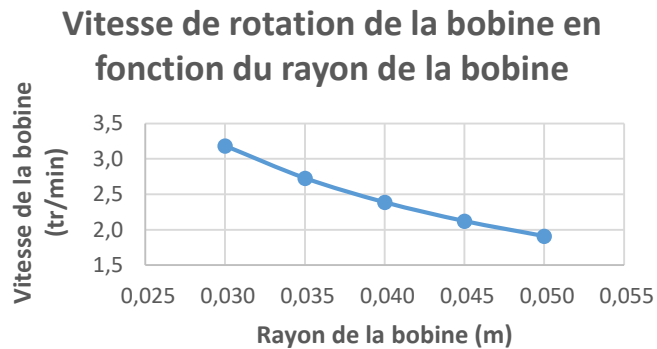


Figure 2 : Vitesse de rotation de la bobine en fonction du rayon de la bobine

- La vitesse de rotation est plus importante lorsque la bobine est vide (3 cm), puis la vitesse diminue au fur et à mesure du remplissage (10 cm max.).
 - Lorsque le moteur est alimenté sous 0,62 V, l'arbre 2 tourne à 2 tr/min (soit l'équivalent de 10 mm/s). Si la bobine est vide, elle tournera à 3,34 tr/min. Si la bobine est pleine, elle tournera à 1 tr/min.
 - Lorsque le moteur est alimenté sous 12 V, l'arbre 2 tourne à 38,8 tr/min (soit l'équivalent de 203 mm/s). Si la bobine est vide, elle tournera à 64,7 tr/min. Si la bobine est pleine, elle tournera à 19,4 tr/min.
- **Fil polymère**
 - Il s'agit du fil polymère à enrouler, PLA et/ou ABS, 1,75 mm et/ou 2,85 mm. Ce fil provient de l'extrudeuse qui délivre un fil chaud et mou à la vitesse constante 2 tr/min pour l'arbre 2 soit 10 mm/s (hypothèse à vérifier par la suite). Le fil polymère peut également provenir d'un reste de bobine qui n'a pas été utilisé. La vitesse de débobinage est alors supérieure à la vitesse d'extrusion. Sa valeur reste à déterminer par calcul (environ 38,8 tr/min pour l'arbre 2 soit 203 mm/s).
- **Découpe du fil**
 - Ce dispositif fait partie intégrante de la bobineuse et permet la découpe du fil polymère à l'arrêt. Il s'agit aussi de maintenir le fil avant la découpe pour qu'il ne se rétracte pas. Le fil doit rester maintenu après la découpe pour éviter le débobinage non-souhaité. Attention à la sécurité de l'utilisateur !
- **Soudure du fil**
 - Ce dispositif fait partie intégrante de la bobineuse et permet la soudure du fil polymère à l'arrêt. Le système de chauffage fonctionne sous 12 V maximum.
- **Guidage du fil**
 - Il s'agit d'un système qui permet de récupérer le fil polymère chaud et collant de l'extrudeuse pour le transporter jusqu'au système d'entraînement du fil. Sa contrainte principale est la suivante : le fil doit se déplacer le plus linéairement possible afin d'éviter les ondulations qui se figeraient en refroidissant.
- **Boîte de vitesse mécanique à rapport de réduction variable**
 - Pour éviter au moteur de fonctionner à des vitesses faibles en l'alimentant peu en énergie, il est envisagé de recourir à l'usage d'une boîte de vitesse mécanique dont l'objectif est de varier la vitesse de l'arbre 1 tout en

maintenant la vitesse du moteur la plus grande possible. Cette boîte de vitesse devra être réglable facilement (*ex., avec un bouton moleté sur une vis...*).

- **Stockage des bobines vides et pleines**

- Ce dispositif permet de stocker un ensemble de bobines vides et un ensemble de bobines pleines. 1 bobine neuve de 1 kg de fil PLA1,75 contient en moyenne 330 m de fil, 410 m pour l'ABS. À 10 mm/s, l'extrudeuse met en moyenne 10 h pour remplir une bobine. Sur cette base, nous faisons l'hypothèse d'un stockage de 4 bobines vides et de 4 bobines pleines afin d'assurer 2 à 3 jours d'autonomie. Un robot pourra manipuler ces bobines par la suite.

- **Arbre 1**

- Il s'agit de la rotation équivalente de l'arbre moteur. Sous 12 V, il tourne à 194 tr/min. Sous 0,62 V, on fait l'hypothèse qu'il tournera à 10 tr/min. Cette hypothèse reste à vérifier. L'important ici est de caractériser le moteur avec une vitesse maximum et une vitesse minimum.

- **Arbre 2**

- Cet arbre entraîne en rotation le système d'entraînement du fil. Sous 12 V, cet arbre tourne à 38,8 tr/min (*soit 210 mm/s*). Sous 0,62 V, on fait l'hypothèse qu'il tournera à 2 tr/min (*soit 10 mm/s*). Cette hypothèse reste à vérifier. Le rapport de réduction entre l'arbre 2 et l'arbre 1 est donc de 0,2, soit une réduction de la vitesse de 5 et une multiplication du couple de 5.
- Remarque : l'arbre 2 est en légère sous-vitesse par rapport à l'arbre 3.

- **Arbre 3**

- Cet arbre entraîne en rotation le limiteur de couple qui entraîne lui-même la bobine en rotation. Sous 12 V, cet arbre tourne à 67,9 tr/min. Sous 0,62 V, on fait l'hypothèse qu'il tournera à 3,51 tr/min. Cette hypothèse reste à vérifier. Le rapport de réduction entre l'arbre 3 et l'arbre 1 est donc de 0,35, soit une réduction de la vitesse de 2,86 et une multiplication du couple de 2,86.
- Remarque : l'arbre 3 est en légère sur-vitesse par rapport à l'arbre 2.

- **Arbre 4**

- Cet arbre entraîne en rotation le système de trancanage qui entraîne lui-même le fil polymère en translation alternée pour distribuer et optimiser le remplissage de la bobine quelle que soit sa vitesse de rotation.

Tableau de synthèse

	Extrudeuse avec bobine vide	Extrudeuse avec bobine pleine	Débobinage avec bobine vide	Débobinage avec bobine pleine
Tension du moteur	0,62 V	0,62 V	12,00 V	12,00 V
Vitesse du moteur	10,02 tr/min	10,02 tr/min	194,00 tr/min	194,00 tr/min
Vitesse de l'arbre 1	10,02 tr/min	10,02 tr/min	194,00 tr/min	194,00 tr/min
Rapport de réduction W2/W1	0,20	0,20	0,20	0,20
Raison W2/W1	5,00	5,00	5,00	5,00
Vitesse de l'arbre 2	2,00 tr/min	2,00 tr/min	38,80 tr/min	38,80 tr/min
Rayon du galet d'entraînement	0,05 m	0,05 m	0,05 m	0,05 m
Vitesse du fil polymère	0,0105 m/s	0,0105 m/s	0,2032 m/s	0,2032 m/s
Rapport de réduction W3/W1	0,35	0,35	0,35	0,35
Raison W3/W1	2,86	2,86	2,86	2,86
Vitesse de l'arbre 3	3,51 tr/min	3,51 tr/min	67,90 tr/min	67,90 tr/min
Rayon d'enroulement sur la bobine	0,03 m	0,10 m	0,03 m	0,10 m
Vitesse de la bobine	3,34 tr/min	1,00 tr/min	64,67 tr/min	19,40 tr/min
Taux de glissement du limiteur de couple 2	4,76 %	71,43 %	4,76 %	71,43 %
Longueur de fil d'une bobine pleine et/ou à débobiner	330,00 m	410,00 m	10,00 m	20,00 m
Temps de remplissage et/ou de débobinage	00 j 08h 43min 59s	00 j 10h 51min 01s	00 j 00h 00min 49s	00 j 00h 01min 38s