

Electrodynamique

**Ref :
302 194**

Moteur monte-charge

1 Description



Le monte-charge est constitué des éléments suivants :

- 1 moteur avec moto-réducteur commandé par un bouton poussoir
- une poulie solidaire de l'axe du moteur permettant de monter une charge suspendue à un fil (500 g maxi),

Le moteur monte-charge est compatible avec tous les supports de laboratoire à tige ronde $\varnothing$ 16 mm maxi ou à section carrée 15 X 15 mm.

Le moteur est muni d'un réducteur à frottements réduits : les faibles vitesses permises sont sans danger pour les manipulations des élèves. L'alimentation doit être réalisée à l'aide d'un générateur de tension continue.

La mesure de l'énergie consommée peut se faire en utilisant le **Joulemètre Initio® SA** Réf. 291 220.

2 Caractéristiques techniques

Charge maxi	500 g
Vitesse de rotation	41 5 tr/ min (sous 12V)
Dimensions extérieures	100 x 55 x 80 mm
Alimentation	12 V maxi en continu sur douilles bananes $\varnothing$ 4 mm
Diamètre de la poulie	12 mm
Longueur du fil	1 m

3 Objectifs

- Etude du transfert d'énergie électrique en énergie mécanique
- Bilan d'énergie pendant la durée Δt
- Vérification de la loi de Joule : absorption d'une quantité d'énergie par un récepteur, $U \cdot I$, et dissipation d'une partie de l'énergie sous forme thermique, $r \cdot I^2$.

4 Manipulations

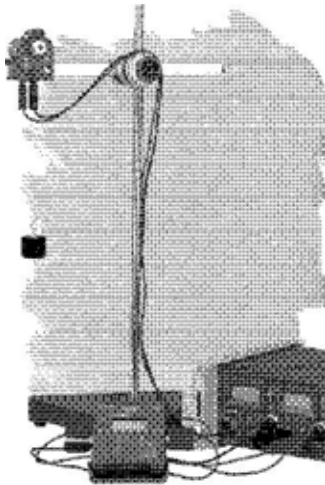
4.1 Mise en œuvre

L'expérience typique réalisable avec le moteur est décrite ci-dessous : le moteur est installé sur un support et relié à un circuit électrique comprenant une alimentation (**Alimentation R30** Réf. 281 090) et des appareils de mesure : soit (cas de la photographie) le **Joulemètre Initio® SA** Réf. 291 220, soit les

appareils classiques, ampèremètre et voltmètre. Une charge de masse m est soulevée sur une hauteur H pendant une durée t .

On suppose que la charge se déplace à vitesse constante (ce qui est sensiblement le cas en dehors de la brève période de démarrage). Dans ces conditions, l'intensité et la tension sont deux grandeurs considérées comme constantes.

4.2 Données et mesures



- Masse de la charge utilisée : $m = 200 \text{ g}$
- Hauteur du déplacement : $H = 1 \text{ m}$
- Intensité du courant moteur bloqué : $I_0 = 0.177 \text{ A}$
- Tension aux bornes moteur bloqué : $U_0 = 2.85 \text{ V}$
- Intensité du courant en charge : $I = 0.108 \text{ A}$
- Tension aux bornes du moteur en charge : $U = 11.9 \text{ V}$
- Durée du déplacement : $\Delta t = 5.15 \text{ s}$

Remarque : L'emploi du joulemètre permet, avec le même appareil, de mesurer les grandeurs U , I et Δt . De plus, et c'est le plus important, le joulemètre **mesure l'énergie électrique W_e** transférée au cours du déplacement ainsi que la puissance électrique P_e à chaque instant. On peut alors remarquer que celle-ci varie un peu au cours du trajet.

4.3 Exploitation des mesures

4.3.1 Résistance propre r du moteur

Cette résistance est calculée à partir des mesures obtenues quand le moteur est bloqué : il se comporte alors comme un conducteur ohmique de résistance propre :

$$R = U_0 / I_0 = 2,85 / 0,177 = \mathbf{16,1 \Omega}$$

Remarque : Pour obtenir la valeur de la résistance propre r du moteur, il faut alimenter celui-ci sous une faible tension (inférieure à 3 V pour éviter l'apparition d'une intensité trop forte, préjudiciable au moteur) et bloquer son axe avec la main.

Il est recommandé de réaliser plusieurs mesures de l'intensité en faisant tourner lentement la poulie à la main, dans le sens normal de rotation. On évite ainsi les mauvais contacts qui peuvent apparaître entre le collecteur et les balais. La valeur retenue pour l'intensité est une moyenne des valeurs relevées.

Un autre moyen, plus commode, consiste à réaliser une acquisition de données en suivant un protocole voisin : la valeur moyenne I_0 est alors donnée grâce à une modélisation par fonction de la courbe $i=f(t)$ obtenue.

4.3.2 Bilan des différentes énergies mises en jeu

La charge de masse 500 g est soulevée d'une hauteur $H = 1$ m avec une vitesse qu'on suppose constante, de même que l'intensité et la tension U . Il s'agit bien d'une approximation puisque ni la vitesse, ni l'intensité ne sont tout à fait constantes : leur variation est cependant faible.

- Énergie électrique fournie par le générateur :

$$W_e = U \cdot I \cdot \Delta t = 11,9 \cdot 0,108 \cdot 5,15 = \mathbf{6,62 \text{ J}}$$

- Énergie thermique dissipée dans le moteur par effet Joule :

$$W_{th} = r \cdot I^2 \cdot \Delta t = 16,1 \cdot 0,108^2 \cdot 5,15 = \mathbf{0,97 \text{ J}}$$

- Énergie mécanique reçue par la charge :

$$W_m = m \cdot g \cdot H = 0,201 \cdot 9,8 \cdot 1 = \mathbf{1,97 \text{ J}}$$

- Énergie thermique dissipée par les frottements dans le moteur (et le réducteur) :

W_f : valeur inconnue

Remarque : La masse du crochet est ajoutée à celle de la charge.

4.3.3 Conservation de l'énergie

L'application du principe de conservation de l'énergie au cours du transfert réalisé s'écrit :

$$W_e = W_{th} + W_m + W_f$$

Cette relation permet de connaître la valeur de l'énergie W_f perdue par frottement :

$$W_f = W_e - W_{th} - W_m = 6,62 - 0,97 - 1,97 = \mathbf{3,68 \text{ J}}$$

Remarque : La part de l'énergie due aux frottements est importante, imputable au réducteur.

4.3.4 Rendement de l'opération

Le rendement du moteur est le rapport entre l'énergie mécanique fournie, réellement utilisable, et l'énergie électrique dépensée :

$$p = W_m / W_e = 1,97 / 6,62 = 0,298 \text{ soit environ } \mathbf{30 \%}$$

Remarque : On montre que le rendement augmente avec la valeur de la masse soulevée (il varie de 19 à 43 % environ pour une charge qui croît de 100 à 500 g).

On constate que le rendement du moteur est assez médiocre. C'est toujours le cas des moteurs à courant continu et à aimant permanent de petite puissance.

4.4 Autre mode d'utilisation : la saisie de données

Cette méthode fait appel à :

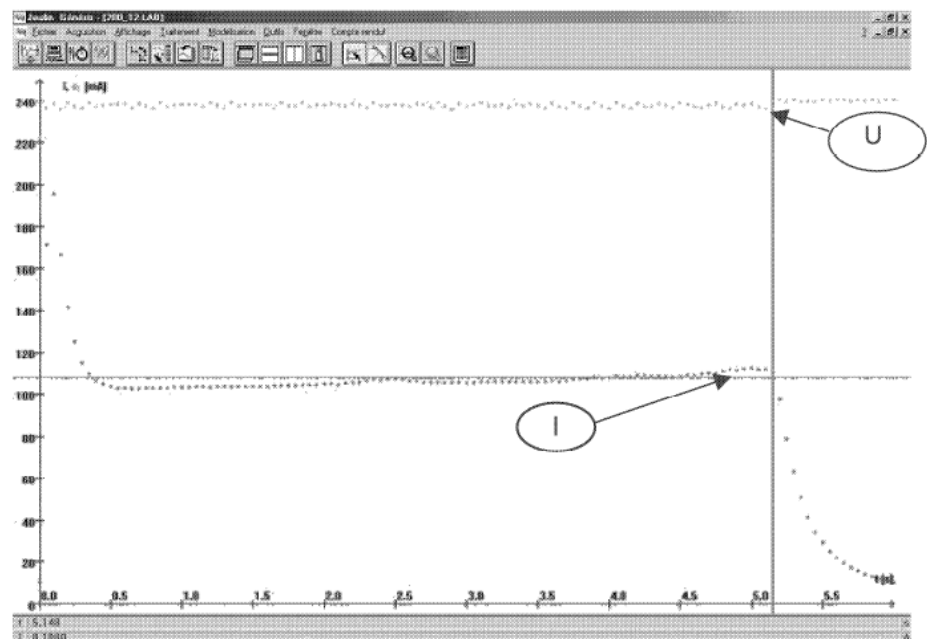
- l'adaptateur **ESAO 4 Voltmètre TRMS** Réf. 452 115
- l'adaptateur **Ampèremètre TRMS 10 ESAO 4** Réf. 452 142

Les paramètres utilisés sont les suivants :

- Mode d'acquisition : $f(t)$
- Durée d'acquisition : 6 s
- Nombre de points : 201
- Affichage temps réel : oui
- Synchronisation : oui
- Voie : Ampèremètre TRMS
- Niveau : 0.02 (l'acquisition devient active lorsqu'on établit le courant dans le moteur)
- Sens : croissant.

La charge est soulevée sur une hauteur de 1 m : la tension aux bornes du moteur est établie à l'instant $t = 0$ et coupée lorsque la charge s'est exactement élevée de 1 m. La valeur de la tension est $U = 11,9$ V.

Le type de courbe obtenue est le suivant (pour $m = 200$ g) :



La position du curseur indique ici les valeurs de la durée (notée t) et de l'intensité moyenne (à peu près constante, mais légèrement croissante au cours du levage) relatives au déplacement de la charge :

$$\Delta t = 5,15 \text{ s et } I = 0,108 \text{ A}$$

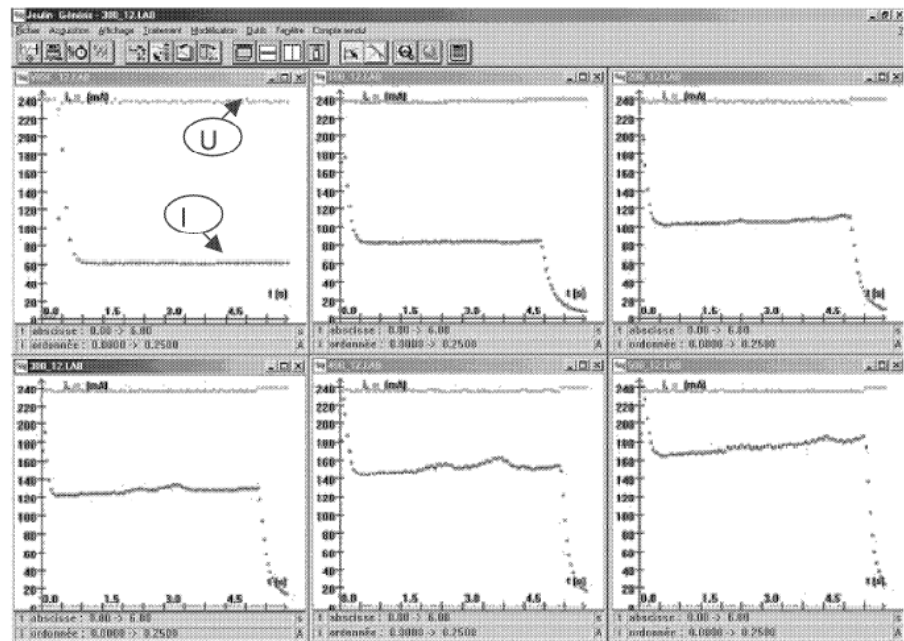
On constate que le régime permanent s'établit après environ 0,3 s de régime transitoire au départ.

Cette méthode de saisie des données permet ensuite de travailler manuellement, comme à la page précédente, mais aussi de tracer sur l'écran

les courbes relatives aux différentes puissances mises en jeu, en utilisant les outils spécifiques de Génériss.

L'intérêt de la saisie de données est sa rapidité et la possibilité de comparer les résultats relatifs à plusieurs mesures successives pour une charge de 100 g, 200 g, 300 g, 400 g et 500 g sur la même hauteur H de 1 m, de même qu'un fonctionnement à vide.

Les courbes sont juxtaposées sur l'écran de votre ordinateur :



Pour chaque cas, l'énergie W_f perdue par frottement sera calculée ainsi que le rendement du moteur. Les calculs sont menés comme pour le cas de la première page. Des comparaisons sont très intéressantes à établir.

Ainsi, à partir des saisies effectuées sur la copie d'écran ci-dessus, on peut exprimer les résultats et les calculs suivants :

U (V)	i (A)	m (kg)	Δt (s)	$P_e = U_i$ (W)	$P_j = r.i^2$ (W)	$P_m = \frac{m.g.H}{\Delta t}$ (W)	$P_f = P_e - P_j - P_m$ (W)	$W_f = P_f.\Delta t$ (J)
12	0,062	0	~	0,744	0,062	0,000	0,682	~
11,9	0,089	0,101	4,9	1,059	0,128	0,202	0,730	3,57
11,9	0,108	0,201	5,15	1,285	0,188	0,382	0,715	3,68
11,9	0,128	0,301	5,3	1,523	0,264	0,557	0,703	3,73
11,8	0,154	0,401	5,35	1,817	0,382	0,735	0,701	3,75
11,8	0,175	0,501	5,5	2,065	0,493	0,893	0,679	3,74

La puissance mécanique utile P_m est égale au travail du poids divisé par la durée $P_m = \frac{m.g.H}{\Delta t}$. On tient compte de la masse du crochet.

P_f représente la puissance dissipée par les frottements, essentiellement dans le réducteur. Cette puissance dépend de la vitesse de rotation du moteur.

La valeur est sensiblement constante car la durée de levage varie peu et la vitesse de rotation est sensiblement constante (elle décroît un peu, comme la vitesse de rotation).

Pour la tension nominale voisine de 12 V, on trouve en moyenne :
 $P_f = 0,702 \text{ W}$ à 1,5 % près.

En réalité, c'est l'énergie $W_f = P_f \cdot \Delta t$ qui est constante : sa moyenne est :
 $W_f = 3,69 \text{ J}$ à 1,5 % près.

D'autres expériences sont également possibles avec une autre tension d'alimentation (par exemple 6V).

5 Service après vente

Pour toutes réparations, réglages ou pièces détachées, veuillez contacter :

JEULIN - SUPPORT TECHNIQUE
Rue Jacques Monod
BP 1900
27 019 EVREUX CEDEX FRANCE
0 825 563 563 *

** 0,15 € TTC/ min à partir d'un poste fixe*

Assistance technique en direct

Une équipe d'experts
à votre disposition du Lundi
au Vendredi (8h30 à 17h30)

- Vous recherchez une information technique ?
- Vous souhaitez un conseil d'utilisation ?
- Vous avez besoin d'un diagnostic urgent ?

Nous prenons en charge immédiatement votre appel pour vous apporter une réponse adaptée à votre domaine d'expérimentation : Sciences de la Vie et de la Terre, Physique, Chimie, Technologie .

Service gratuit *

0825 563 563 choix n° 3. **

* Hors coût d'appel : 0,15 € ttc / min.
à partir d'un poste fixe.

** Numéro valable uniquement pour
la France métropolitaine et la Corse.

Pour les Dom-Tom et les EEE,
utilisez le + 33 (0)2 32 29 40 50

Aide en ligne :
www.jeulin.fr

Rubrique FAQ



Rue Jacques-Monod,
Z.I. n° 1, Netreville,
BP 1900, 27019 Evreux cedex,
France

Tél. : + 33 (0) 2 32 29 40 00
Fax : + 33 (0) 2 32 29 43 99
Internet : www.jeulin.fr - support@jeulin.fr

Phone : + 33 (0) 2 32 29 40 49
Fax : + 33 (0) 2 32 29 43 05
Internet : www.jeulin.com - export@jeulin.fr

SA capital 3 233 762 € - Siren R.C.S. B 387 901 044 - Siret 387 901 04400017

Direct connection for technical support

A team of experts at your
disposal from Monday
to Friday (opening hours)

- You're looking for technical information ?
- You wish advice for use ?
- You need an urgent diagnosis ?

We take in charge your request immediatly to provide you with the right answers regarding your activity field : Biology, Physics, Chemistry, Technology .

Free service *

+ 33 (0)2 32 29 40 50**

* Call cost not included

** Only for call from foreign countries

