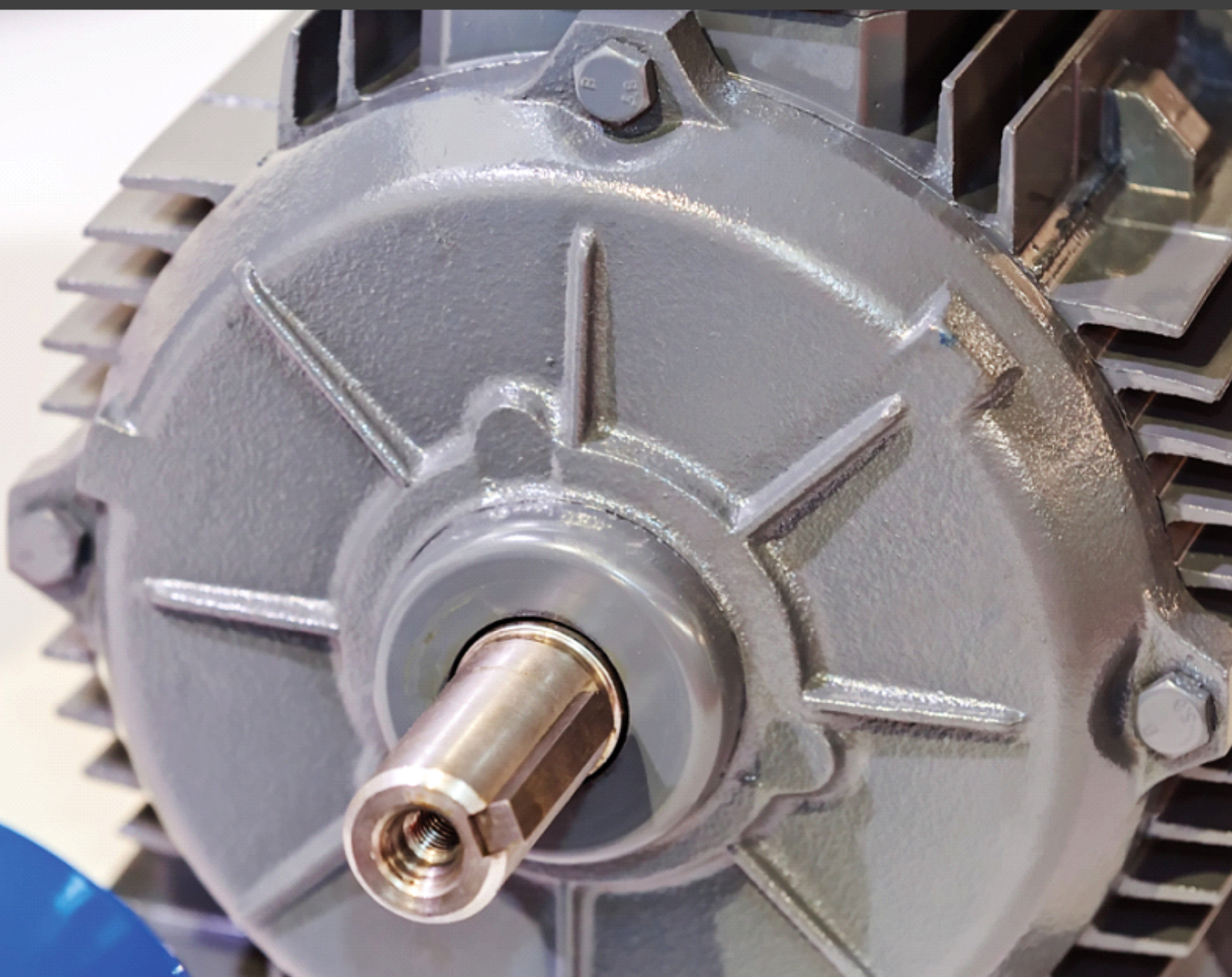




MATRIX | ELECTRICAL
MACHINES

Electrical Machines system



MATRIX

CP6490

www.matrixtsl.com

Copyright 2024 Matrix Technology Solutions Limited

Santé et sécurité	3
Relations clés	4
Fiches de travail	6
Fiche de travail 1 - Pour commencer	7
Fiche de travail 2 - Comprendre le couple et la masse	8
Fiche de travail 3 - Comprendre l'alimentation en courant continu	9
Fiche de travail 4 - Caractéristiques des moteurs à courant continu 1	10
Fiche de travail 5 - Caractéristiques des moteurs à courant continu 2	13
Fiche de travail 6 - Générateur à aimant permanent (Dynamo)	15
Fiche de travail 7 - Notions de base sur les moteurs shunt et série	17
Fiche de travail 8 - Caractéristiques des moteurs à enroulement shunt	21
Fiche de travail 9 - Caractéristiques des moteurs à enroulement en série	23
Fiche de travail 10- Moteur universel	25
Fiche de travail 11 - Comparaison des moteurs shunt et série	27
Fiche de travail 12 - Moteur à induction monophasé	28
Fiche de travail 13 - Moteur asynchrone monophasé - démarrage par inertie	29
Fiche de travail 14 - Déphasage des moteurs à induction	31
Fiche de travail 15 - Stratégies d'entraînement à fréquence variable	33
Fiche de travail 16 - Caractéristiques d'un moteur à induction triphasé	37
Fiche de travail 17 - Stratégies d'entraînement des moteurs à induction triphasés	39
Fiche de travail 18 - Configuration du delta	42
Fiche de travail 19 - Comprendre le glissement	44
Fiche de travail 20 - Moteur à courant continu sans balais	46
Fiche de travail 21 - Générateur triphasé	48
Informations sur la machine	50
Informations sur l'emballage	65
Informations sur les logiciels	73

Sécurité

Lors de la conception de ce produit, nous avons accordé une attention considérable aux risques potentiels liés à l'étude des moteurs électriques. Nous pensons être parvenus à la conception la plus sûre possible.

Cependant, il existe encore des risques que vous devez être conscients. Cette page montre comment nous avons pris en compte chaque danger. Vous devez la lire et vous assurer que vos élèves sont protégés lorsqu'ils utilisent l'équipement.

Choc électrique

Il s'agit d'un minimum : la sortie du contrôle est limitée à 24V AC ou DC

Le dynamomètre est capable de générer des tensions continues. À la vitesse maximale, soit environ 3 000 tours/minute, la tension générée est inférieure à 1,5 million d'euros.
30VDC.

L'unité de contrôle ne génère pas de puissance tant qu'un moteur n'est pas branché sur le dynamomètre. Cela empêche l'utilisation de moteurs de tiers avec le système.

Choc physique

L'équipement est lourd. Comme pour tout autre équipement lourd de laboratoire, si un élève fait tomber un appareil sur son pied, cela peut causer des dommages considérables. Vous devez décider du niveau de responsabilité des élèves dans ce domaine.

Vous pouvez réduire les risques en demandant à un technicien de disposer l'équipement sur des bancs et en veillant à ce que les élèves soient assis à des pupitres lorsqu'ils utilisent l'équipement.

Les pièces rotatives exposées présentent des risques car les cheveux et les vêtements peuvent s'y accrocher. L'utilisation de moteurs de puissance relativement faible réduit le risque. La protection en plastique entre le dynamomètre et le moteur testé signifie qu'aucune pièce rotative n'est exposée...

Attention :

N'utilisez pas d'oscilloscope basé sur un PC avec l'équipement.

Des courants de boucle de terre peuvent circuler entre sa connexion à la terre et le contrôle.

la connexion à la terre de la boîte.

Calcul du couple

Le **couple** est l'effet de rotation d'une **force**.

La balance mesure toujours la force. Celle-ci peut être reliée à la masse. La force et la masse sont

liées par la formule suivante : Force = masse x accélération ou $F = m \times a$,

où **a** est généralement l'accélération due à la gravité, soit $9,81 \text{ m/s}^2$.

Cela nous permet de calculer la force qui s'exerce sur la balance, générée par le dynamomètre.

Couple = force x distance de l'axe de rotation. Il est mesuré en newton-mètre (Nm).

En combinant ces équations :

$$\text{Couple, } T = m \times a \times r$$

où **r** est la distance entre le point de pression et le centre de la machine.

Introduire la valeur de **r** pour le dynamomètre utilisé dans ce kit :

$$\text{couple (en Nm)} = \text{valeur de la balance (en kg)} \times 9,81 \text{ (m/s}^2\text{)} \times 0,03812 \text{ (m)}.$$

Calcul de la puissance

La **puissance** est le taux auquel l'énergie est fournie et est mesurée en watts (W).

Pour un corps en rotation :

$$\text{Puissance mécanique} = (2 \times n \times \pi \times T) / 60 \text{ où } n \text{ est la vitesse du moteur en tr/min.}$$

Pour un moteur à courant continu :

$$\text{Puissance électrique fournie au moteur} = V_{IN} \times I_{IN}$$

où V_{IN} = tension d'entrée et I_{IN} = courant d'entrée.

Pour un moteur à courant alternatif monophasé :

$$\text{Puissance électrique fournie au moteur} = V_{IN} \times I_{IN} \times \cos(\Theta) \text{ où}$$

V_{IN} est la tension d'entrée efficace en courant alternatif, I_{IN} est le courant d'entrée efficace.

et $\cos(\Theta)$ est le facteur de puissance où Θ est l'angle de phase entre V_{IN} et I_{IN} .

Pour un moteur à induction triphasé à courant alternatif :

$$\text{Puissance électrique fournie au moteur} = 3 \times \text{puissance électrique fournie à une phase}$$

Calcul de l'efficacité

$$\text{Rendement } (\eta) = (\text{Puissance mécanique délivrée} / \text{Puissance électrique fournie}) \times 100\%$$

Calcul de la vitesse synchrone et du glissement

$$\text{Vitesse synchrone en tr/min} = (f \times 60) / (\text{nombre de paires de pôles})$$

(Le nombre de paires de pôles est lié à la configuration des enroulements du moteur :

un moteur à 2 pôles a une paire de pôles, un moteur à 4 pôles a deux paires de pôles, etc.)

$$\text{Glissement} = ((\text{vitesse synchrone} - \text{vitesse de glissement}) / \text{vitesse synchrone}) \times 100\%$$

Une alimentation triphasée connectée au stator d'une machine à induction produit un champ magnétique donné par la formule :

$$N_s = (f_s / p) \times 60$$

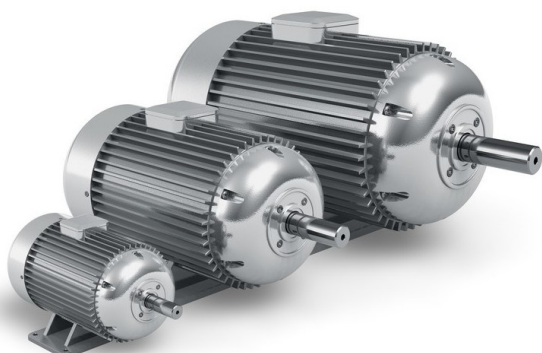
Où f_s = fréquence d'alimentation et p est le nombre de paires de pôles - dans notre cas 2.

Relations entre les systèmes triphasés en étoile et en triangle

Les systèmes triphasés se composent de machines connectées en étoile et en triangle. Avec des connexions U, V et W, la tension de ligne est la tension entre n'importe lequel des éléments U, V, W et la terre. La tension de phase est la tension entre deux U, V, W quelconques. La tension de ligne et la tension de phase sont liées par l'équation :

$$V_{\text{line}} = \text{SQRT}(3) \times V_{\text{phase}}$$

Fiche de travail



Les moteurs varient énormément en termes de taille, de forme et de technologie.

Au sein d'une même famille de moteurs, par exemple les moteurs à courant continu, les caractéristiques des machines sont très similaires - indépendamment de leur taille physique et de leur tension de fonctionnement.

Cette section traite de la mise en place de l'équipement. Ensuite, les tests peuvent commencer.

À vous de jouer :

- 1) Branchez l'unité de contrôle sur le secteur à l'aide du connecteur IEC. L'écran quadruple à 7 segments et la LED d'alimentation doivent s'allumer.
- 2) Connecter le dynamomètre à l'unité de contrôle à l'aide du câble de type D à 25 voies.
- 3) Assurez-vous que les applications logicielles et le pilote de l'unité de contrôle sont correctement installés.

Lorsque le boîtier de commande **n'est pas** connecté au PC à l'aide du câble USB, le boîtier est en mode manuel - les commutateurs et les boutons du panneau avant déterminent les paramètres du boîtier de commande.

Vous êtes maintenant prêt à tester l'installation.

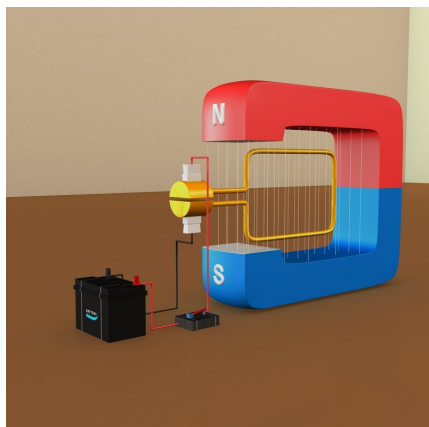
Mise en place d'un test machine

- 1) Alignez le moteur à courant continu dans les rainures du banc d'essai du dynamomètre.
Il devrait s'insérer facilement. Il se peut que vous deviez défaire les écrous moletés sur le bâti du moteur.

- 2) Assurez-vous que la sangle d'emballage et le capteur sont enlevés - voir Déballage dans la réf. Section de référence
- 3) Assurez-vous que l'"araignée" en caoutchouc qui protège le dynamomètre et le moteur testé est en place. Le système fonctionnera sans cela - il sera simplement bruyant.
(Lors de la première utilisation, il peut être nécessaire de pousser fort !)
- 3) S'assurer que les accouplements du moteur et du dynamomètre sont alignés avant de pousser le moteur vers l'intérieur.
- 4) Lorsque vous poussez le moteur à courant continu dans le banc d'essai du dynamomètre, vous devez entendre les micro-interrupteurs de sécurité du berceau du dynamomètre s'enclencher.
- 5) Serrez les contre-écrous moletés pour vous assurer que le moteur CC est bien en place.
- 6) Insérer la balance et retirer les **deux des housses de protection en plastique**.
Vous êtes maintenant prêt à expérimenter avec l'équipement, en mode manuel.

Fiche de travail 2

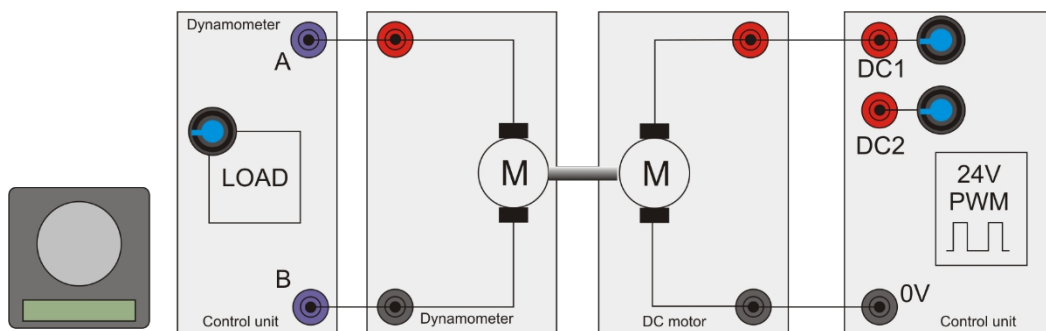
Comprendre le couple et la masse



Les moteurs à courant continu utilisent un aimant permanent dans le stator et des enroulements alimentés en courant continu dans le rotor.

Un collecteur est utilisé pour inverser le sens du courant dans le rotor afin de maintenir la force exercée sur celui-ci lorsque le moteur tourne.

Le graphique montre un collecteur très simple. Dans la pratique, l'anneau est divisé en plusieurs parties, ce qui permet à plusieurs circuits de rotor de fournir un couple plus continu.



À vous de jouer :

Avec le boîtier de commande en mode manuel :

- 1) Placez la balance sous le bras oscillant et mettez-la en marche.
- 2) Tourner les potentiomètres de l'unité de contrôle en position mini (à fond dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.)
- 3) Augmentez lentement la valeur de DC1 jusqu'à ce que le moteur à courant continu commence à tourner.
- 4) La balance indique-t-elle une valeur ? Si ce n'est pas le cas, intervertissez les connexions positives et négatives du moteur pour changer le sens de rotation.
- 5) Avec le potentiomètre DC1 au milieu de sa plage, notez la lecture de la balance et la vitesse du moteur dans le tableau ci-dessous. (La vitesse du moteur variera légèrement - estimez une moyenne).

- 6) Tournez le potentiomètre DC1 PSU pour augmenter légèrement la tension. Mesurez et enregistrez le nouvel équilibre identique pour les deux. Lors d'une rotation en sens inverse En tournant dans le sens des aiguilles d'une montre, la pression est appliquée à la balance. Lors de la rotation dans le sens des aiguilles d'une montre, la pression s'exerce sur la cellule de charge située à l'arrière du dynamomètre.

- 7) En vous référant aux "Relations clés" (page 4), utilisez les relevés pour calculer le couple pour les deux réglages et enregistrez vos réponses.

Vitesse	Couple d'équilibre

Et alors ?

Pour changer le sens de rotation d'un moteur à courant continu, il faut inverser les connexions électriques. Le dynamomètre à bras oscillant peut tourner dans les deux sens. Le couple produit est la lecture et la vitesse.

Fiche de travail 3

Comprendre l'alimentation en courant continu

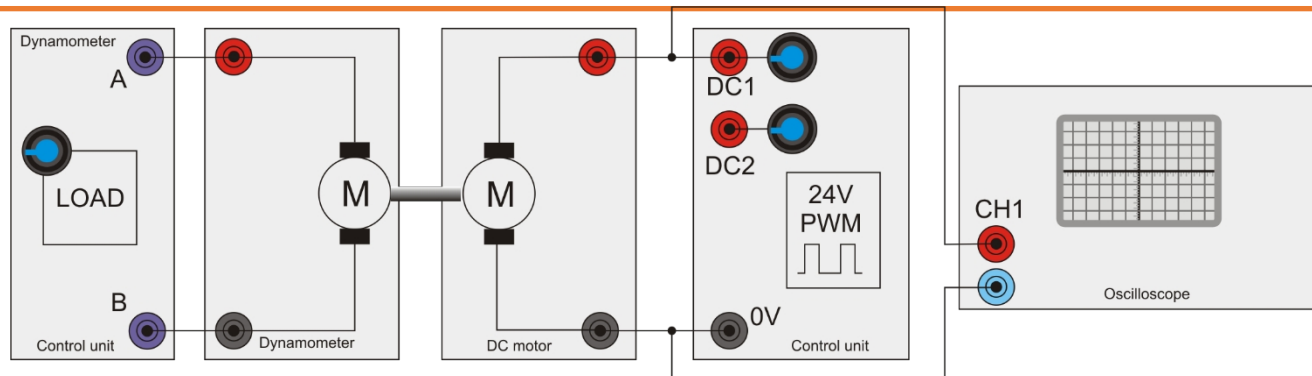


Les aimants permanents occupent un espace réduit dans un moteur à courant continu par rapport à l'espace nécessaire pour les enroulements.

par rapport à l'espace nécessaire pour les enroulements dans les moteurs où le champ magnétique est fourni par des bobines porteuses de courant. Par conséquent, les moteurs à courant continu peuvent être physiquement assez petits pour leur puissance nominale.

Le mixeur alimentaire de la photo utilise un moteur à courant continu.

Traduit avec DeepL.com (version gratuite)



Un moteur peut être contrôlé en faisant varier la tension continue, et donc la puissance, qui lui est fournie.

À vous de jouer

- 1) Ajustez le potentiomètre DC1 de façon à ce qu'il soit au quart de sa course.
 - 2) Utilisez un oscilloscope externe, et non un oscilloscope sur PC, pour examiner le signal provenant de DC1.
 - 3) Utilisez le graphique supérieur ci-contre pour dessiner la forme d'onde de ce signal.
 - 4) Tournez le potentiomètre DC1 d'environ trois quarts de tour et dessinez l'image de l'appareil.
- la forme d'onde résultante sur le graphique du bas.

Et alors ?

Les alimentations modernes des moteurs à courant continu ne font pas varier la sortie de manière analogique, mais utilisent des impulsions.

-modulation de largeur ou PWM. Dans ce cas, la marque :

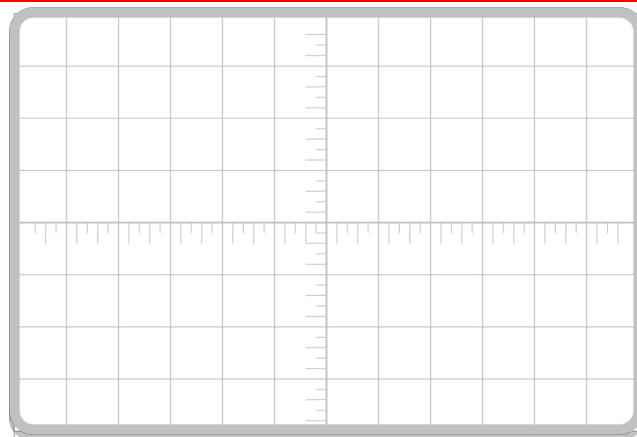
le rapport d'espace de la sortie est modifié.

Dans l'unité de commande, une banque de transistors à effet de champ (FET) délivre un courant électrique.

DC1 - un quart max.

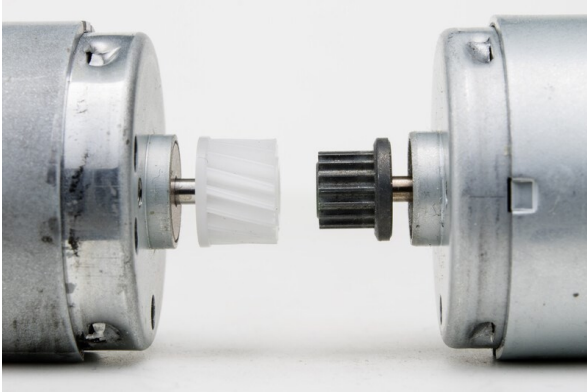
DC1 - trois quarts max.

N'utilisez pas d'oscilloscope basé sur un PC.



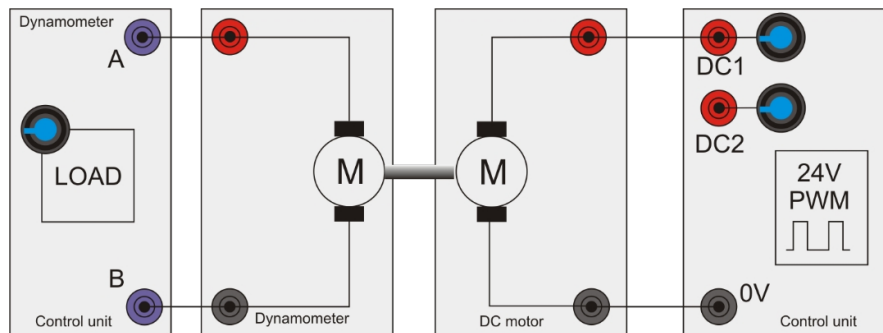
Fiche de travail 4

Caractéristiques du moteur à courant continu 1



Les différents types de moteurs présentent des caractéristiques différentes, telles que la vitesse maximale, le couple à différentes vitesses, la tension et l'intensité nominales, la puissance et le rendement.

Photo : ces minuscules moteurs à courant continu sont utilisés dans les petits appareils portatifs comme les jouets.



À vous de jouer :

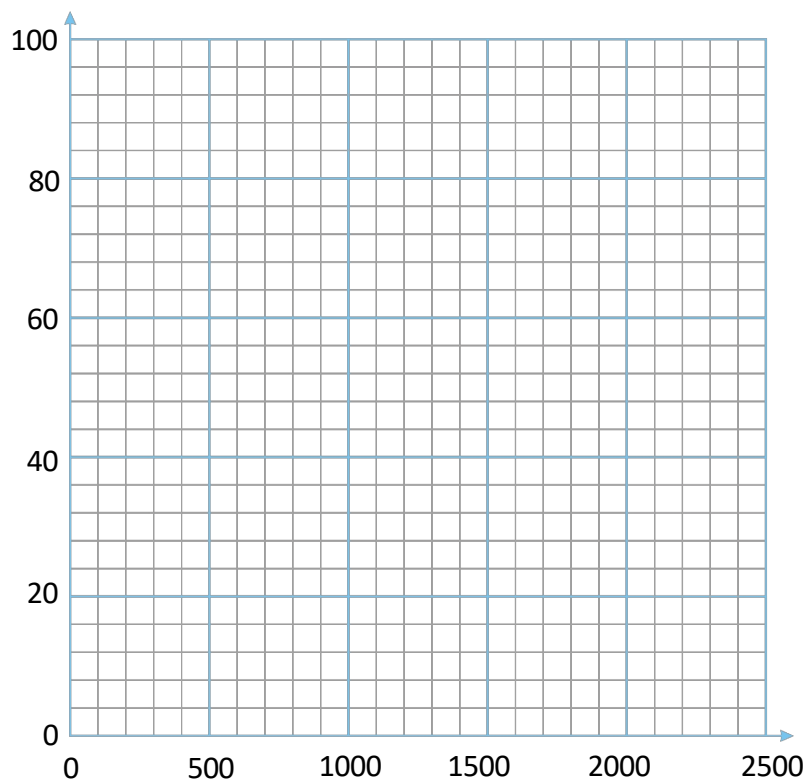
- 1) Mettre en place le circuit illustré ci-dessus.
Connecter le moteur à courant continu aux bornes V+ et 0V du bloc d'alimentation DC1 de l'unité de contrôle.
 - 2) Alimenter le moteur à courant continu pour exercer une pression sur la cellule de charge du dynamomètre plutôt que sur la balance.
(Si nécessaire, inverser les connexions d'alimentation).
 - 3) Connecter le dynamomètre aux bornes de charge de l'unité de contrôle pour définir une charge sur le dynamomètre.
 - 4) Connectez le boîtier de contrôle à votre ordinateur à l'aide du câble USB.
 - 5) Sur l'ordinateur, chargez le programme "Open Control DC". Appuyez sur le bouton "PLAY" en haut à gauche, puis cliquez sur le bouton "RUN".
 - 6) Réglez la sortie PWM DC à environ 30 %.
 - 7) Donnez au moteur à courant continu une petite charge d'environ 50 % sur le dynamomètre.
 - 8) Étudier l'effet de la variation de la tension PWM entre 30 % et 100 %, en prenant six fois plus de temps.
sur toute cette plage. Dans le tableau de la page suivante, notez la vitesse, le couple et la puissance du moteur provenant de l'alimentation.
 - 9) Utilisez les informations de la section "Relations clés" à la page 4 pour calculer la puissance mécanique fournie au dynamomètre.
 - 10) En outre, calculez le rendement du moteur pour chacun des six réglages.
 - 11) Sur le papier graphique fourni, utilisez ces relevés pour tracer un graphique montrant comment le couple (axe des y) varie en fonction de la vitesse (axe des x).
- Notez que pour les calculs répétés, il est plus facile d'utiliser une feuille de calcul.

Fiche de travail 4

Caractéristiques du moteur à courant continu 1

Tension	Vitesse	Couple	Puissance électrique	Puissance mécanique	Efficacité

Couple (mNm)



Vitesse (tr/min)

Variation du couple en fonction de la vitesse

Et alors ?

Chaque moteur possède des caractéristiques qui le rendent adapté à des applications particulières dans l'industrie. Dans ce module d'apprentissage, vous rencontrerez divers types de moteurs et apprendrez à apprécier leurs caractéristiques.

À vous de jouer

À quelle vitesse est-il le plus efficace ?

Quand utiliseriez-vous un moteur à courant continu plutôt qu'un autre type de moteur ?

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and extend across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

Fiche de travail 5

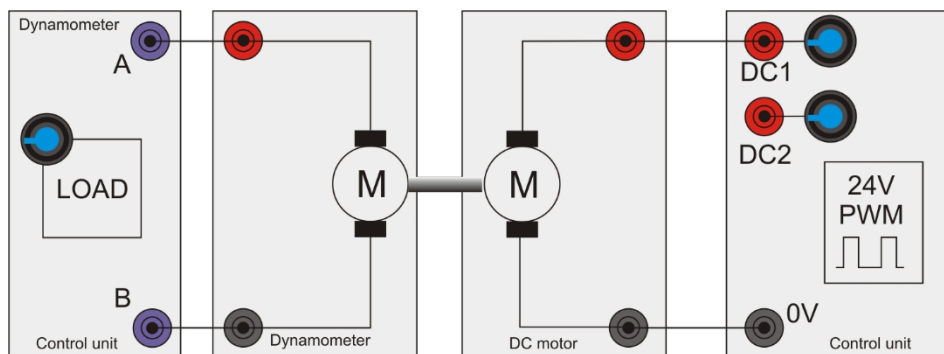
Caractéristiques du moteur à courant continu 2



Les voitures "dodgem" des fêtes foraines utilisent de simples moteurs électriques à courant continu fonctionnant à une tension comprise entre 12 et 48V.

Les véhicules ont deux balais - l'un touchant le plancher métallique, pour une tension de 0V, et l'autre touchant le plafond métallique, pour une tension positive.

Le contrôle de la vitesse est généralement simple.



À vous de jouer :

- 1) Mettre en place le circuit, en connectant le moteur à courant continu à l'alimentation DC1 de l'unité de contrôle.
- 2) Connecter le dynamomètre aux bornes de chargement de l'unité de contrôle pour établir une charge sur le dynamomètre.
- 3) Connecter le boîtier de contrôle à l'ordinateur à l'aide du câble USB.
- 4) Sur l'ordinateur, exécutez le programme "Open LogDC.bat".
- 5) Réglez la sortie PWM DC à environ 50 %.
- 6) Appuyez sur le bouton "Sweep" pour lancer un enregistrement automatique de la vitesse et du couple.
- 7) Répétez l'étape 6 pour les sorties DC de 40 %, 60 %, 70 %, 80 % et 90 %.

9) Sur la page suivante, dessinez les résultats.

Et alors ?

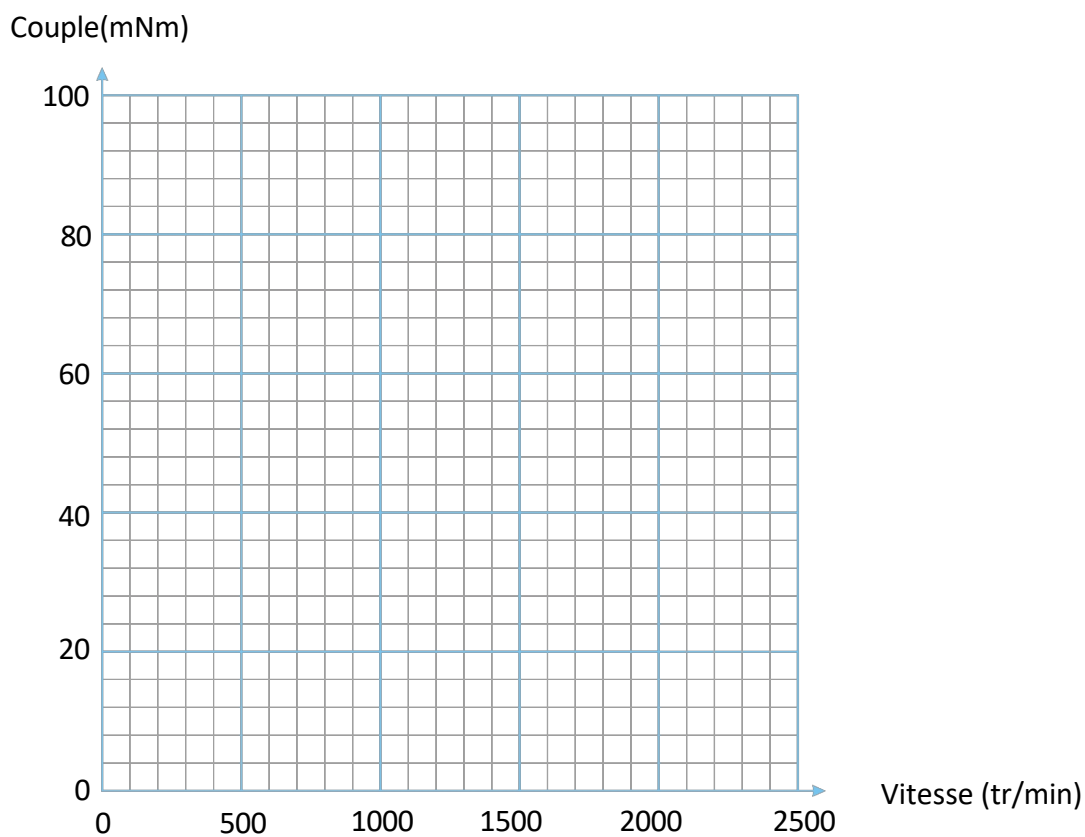
Lorsque l'on examine les spécifications d'un moteur pour

Pour vérifier s'il convient à une application particulière, vous verrez souvent une série de graphiques montrant ses performances dans différentes conditions de conduite. La compréhension de ces informations vous aide à faire le bon choix.

- 8) Le programme enregistre les résultats dans un fichier Excel. Son nom est indiqué dans la section "Propriétés" à droite de l'écran. Le programme est stocké dans le sous-répertoire 'Logs'.
Lorsque la séquence est terminée, chargez le re-dans Excel et l'utiliser pour tracer des graphiques précis les courbes de vitesse et de couple du moteur.

Fiche de travail 5

Caractéristiques du moteur à courant continu 2



Effet de la vitesse du moteur sur le couple pour
différentes valeurs de tension
d'alimentation en courant continu

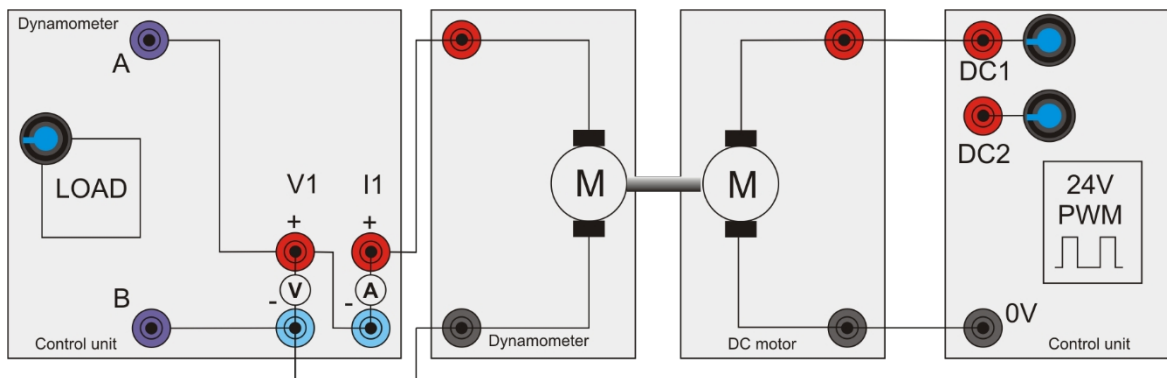
Fiche de travail 6

Générateur à aimant permanent (dynamo)



La machine électrique du dynamomètre a exactement les mêmes caractéristiques que le moteur à courant continu. La seule différence est physique : l'arbre d'entraînement est plus long.

La photographie montre une dynamo de bicyclette, utilisée pour alimenter les feux électriques à l'avant et à l'arrière de la bicyclette.



Cette feuille de travail examine les propriétés d'un générateur à aimant permanent ou "dynamo", en utilisant la dynamo du dynamomètre.

À vous de jouer :

- 1) Mettez en place le système illustré dans le diagramme.
- 2) Sur votre PC, lancez le programme 'Open Control_DC.bat'.
- 3) Réglez la charge du dynamomètre à 80 %.
- 4) Utilisez le programme pour mesurer la puissance, la vitesse et le couple générés par la dynamo pour des tensions d'entraînement du moteur à courant continu de 40 %, 50 %, 60 %, 70 %, 80 % et 90 %.
- 5) Utilisez les formules de la section "Relations clés" à la page 4 pour calculer la puissance mécanique fournie au dynamomètre.
- 6) Calculer l'efficacité de la conversion de la

puissance mécanique en puissance électrique dans le dynamomètre.

- 7) Utilisez les résultats pour tracer un graphique, en utilisant les axes de la page suivante.

Vous trouverez peut-être plus facile d'utiliser une feuille de calcul pour effectuer les calculs.

Et alors ?

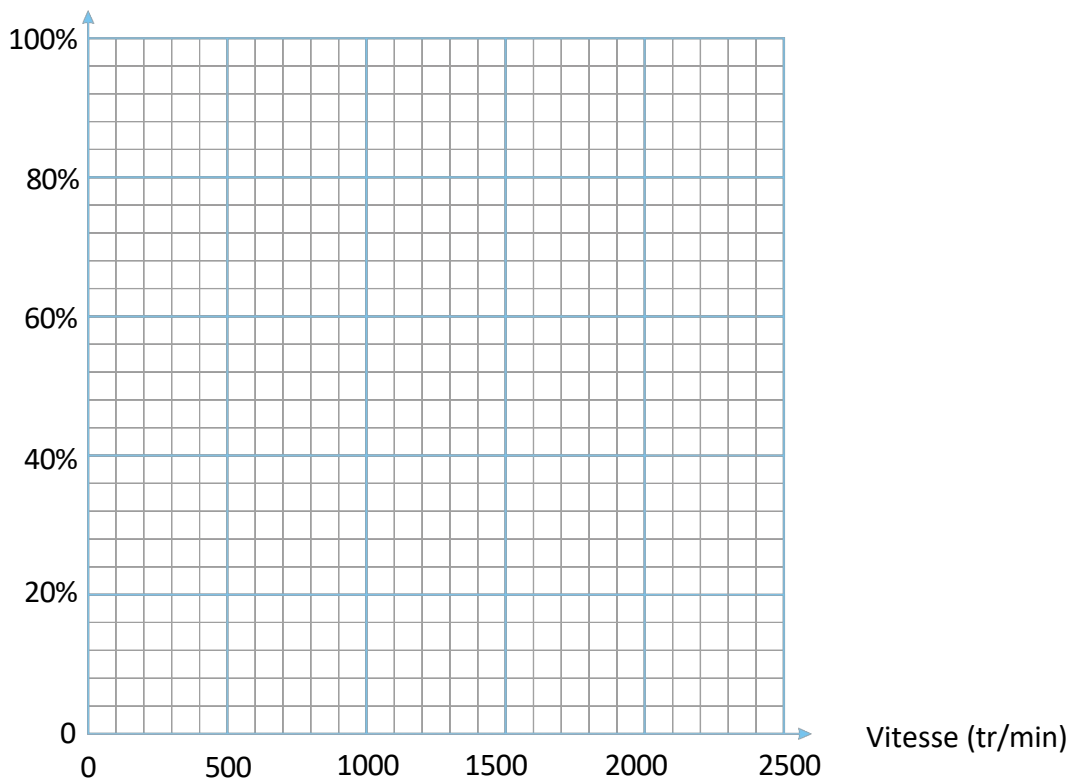
Le rendement d'une machine électrique varie en fonction de sa vitesse. Le choix de la bonne combinaison de machine et de réducteur pour une application donnée permet d'obtenir un rendement optimal.

Fiche de travail 6

Générateur à aimant permanent (Dynamo)

Entraînement par moteur à courant continu	Vitesse	Couple	Puissance mécanique	Puissance du dynamomètre	Efficacité du dynamomètre
40%					
50%					
60%					
70%					
80%					
90%					

Efficacité



Variation du rendement en fonction de la vitesse pour une dynamo avec une charge de 80%.

Fiche de travail 7

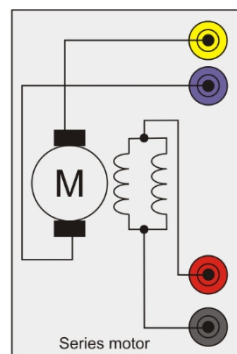
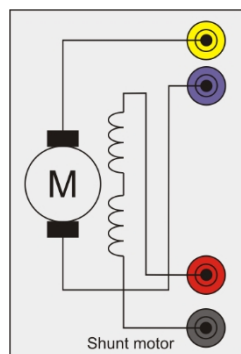
Notions de base sur les moteurs shunt et série



Les moteurs à courant continu à stator bobiné sont souvent configurés comme des moteurs à bobinage **shunt** ou à bobinage **en série**.

Les connexions séparées pour les enroulements de champ du stator et du rotor/armature nous permettent de contrôler le courant dans les deux parties du moteur séparément, afin d'examiner le comportement du moteur.

La photo montre un ancien moteur à enroulement shunt.



Les bornes rouge et noire sont destinées aux enroulements du stator, les bornes jaune et violette aux enroulements du rotor.

À vous de jouer :

1) Les moteurs série et shunt étant déconnectés du banc d'essai, utilisez un multimètre numérique pour mesurer la résistance des enroulements du stator sur les moteurs shunt et série.

2) Utilisez la formule de la loi d'Ohm, $I = V/R$, pour calculer les courants de champ théoriques lorsque le courant de champ est de 1,5 m/s. Le courant de champ est de 1,5 m/s.

Les enroulements de champ sont connectés à une source de 24V DC.

3) Répéter la mesure de la résistance pour les enroulements du rotor

4) Inscrivez vos résultats dans le tableau ci-contre.

5) Dans la pratique, vous obtenez différentes valeurs de courant que nous examinons ci-dessous.

Enroulements du stator

Moteur	Résistance dans Ω	Courant en A
Shunt		
Série		

Enroulements du rotor

Moteur	Résistance dans Ω	Courant en A
Shunt		
Série		

Fiche de travail 7

Notions de base sur les moteurs shunt et série

Et alors ?

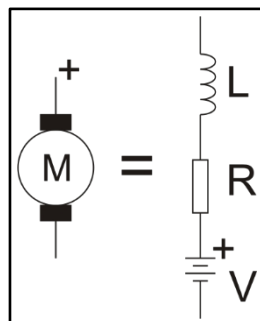
Les machines électriques sont constituées de plusieurs enroulements. Lorsqu'elles sont traversées par du courant continu, leurs caractéristiques électriques peuvent être prédites à l'aide de la formule de la loi d'Ohm. Cependant, une fois que la machine électrique fonctionne, les champs magnétiques tournants dans la machine modifient radicalement leur comportement.

Le circuit équivalent de la machine devient alors plus compliqué. En particulier, les composants magnétiques en rotation dans la machine induisent une force électromagnétique (f.é.m.) qui s'oppose à la circulation du courant dans les enroulements. Vous pouvez voir le circuit équivalent ci-dessous.

Comprendre comment calculer cette f.e.m. opposée n'entre pas dans le cadre de ce kit d'apprentissage - mais vous devez savoir qu'elle existe.

La f.e.m. inverse augmente avec la vitesse. Par conséquent, lorsqu'une machine cale, la f.é.m. inverse est réduite. Le courant circulant augmente alors de manière significative, ce qui accroît le risque de griller le moteur.

moteur .



Circuit équivalent d'une machine simple à courant continu.

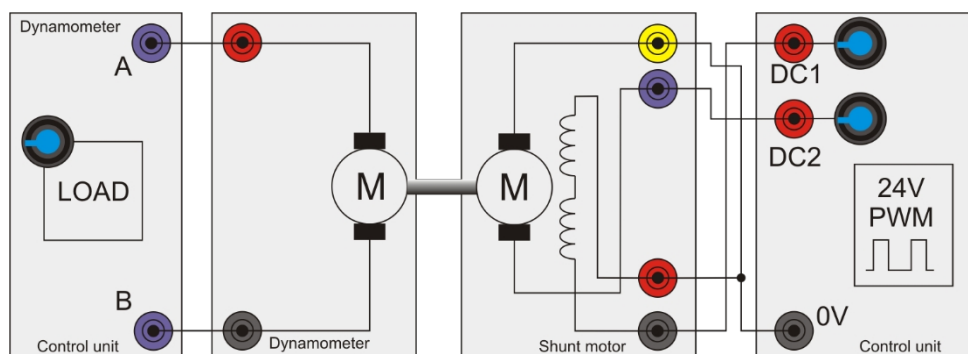
À vous de jouer :

- 1) Connectez le multimètre à l'enroulement du rotor du moteur Shunt sur le réglage de l'ohmmètre.
- 2) Tournez lentement l'arbre du moteur. Expliquez ce que vous voyez sur le compteur.

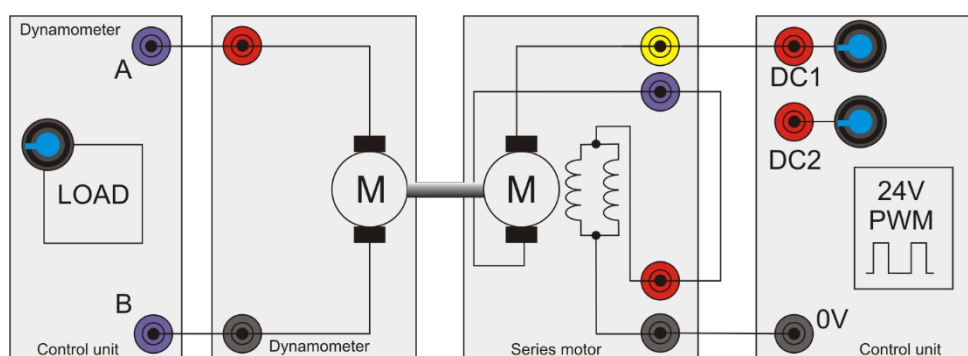
Fiche de travail 7

Notions de base sur les moteurs shunt et série

Plaie de dérivation



Série enroulée



Note : les circuits sont similaires mais pas tout à fait les mêmes.

Avec tous les moteurs à courant continu à stator bobiné, vous échangez pour inverser le sens de rotation du moteur, **il faut** inverser les connexions avec les enroulements du stator **ou** du rotor. L'inversion de la tension aux deux ensembles d'enroulements permet au moteur de tourner dans le même sens, car les deux champs sont inversés.

À vous de jouer :

- 1) Installez le moteur **shunt** comme dans le diagramme du haut.
- 2) Sur votre PC, chargez le programme 'Open Control_DC.bat'. Réglez la sortie sur DC1 (les bobines d'excitation) à 100% ou 24V. Réglez la sortie sur DC2 (le rotor) à environ 70% et appuyez sur 'RUN'.
- 3) Augmenter DC2 par paliers de 10 % jusqu'à 100 %. Dans le tableau de la page suivante, noter les tensions et les courants à chaque étape.
- 4) Passez maintenant au moteur **en série** et connectez-le comme sur le schéma du bas.

- 5) Réglez la sortie de DC1 à 40% et appuyez sur RUN.
- 6) Augmenter DC1 par pas de 5%. Enregistrer à nouveau les tensions et les courants de sortie à chaque fois. Les courants finissent par devenir si élevés que l'unité de contrôle s'éteint.

Et alors ?

Cette expérience montre que les vitesses des moteurs en série et en dérivation sont très différentes pour des tensions d'entrée similaires. L'unité de contrôle s'arrête à une certaine vitesse (courant) pour le moteur en série. Le courant est limité pour protéger le moteur et l'unité de contrôle. L'unité de contrôle délivre une puissance de sortie jusqu'à 100W. Elle se coupe en cas de dépassement et affiche un message "Err" sur la face avant de l'appareil. L'application logicielle s'arrête.

Fiche de travail 7

Notions de base sur les moteurs shunt et série

Moteur shunt

DC1 %	DC2 %	I1 en A	I2 en A	Vitesse en RPM
100	70			
100	80			
100	90			
100	100			

Moteur de série

DC1 %	I1 en A	I2 en A	Vitesse en RPM
40			
45			
50			
55			

Indiquer clairement le point de coupure de l'unité de contrôle.

Et alors ?

La vitesse du moteur de la série est très élevée. L'unité de contrôle est conçue pour s'arrêter à des vitesses supérieures à 3100 tr/min. Au-delà, le dynamomètre produit des tensions qui peuvent être dangereuses.

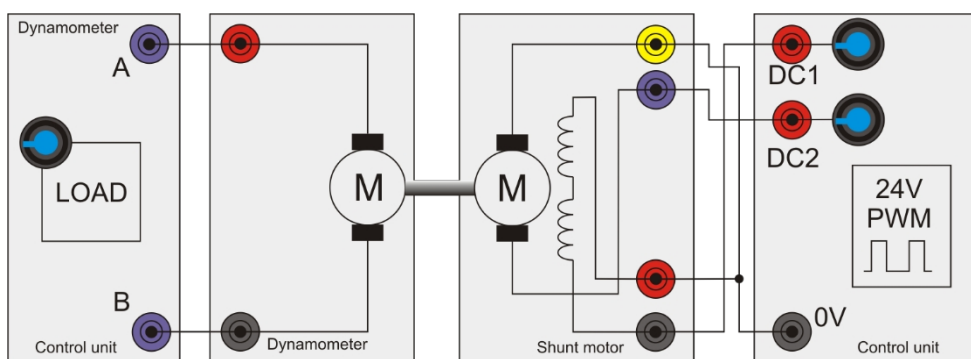
Fiche de travail 8

Caractéristiques des moteurs à enroulement shunt



Le contrôle de la vitesse est un élément important de la conception des systèmes électromécaniques.

Certains moteurs sont plus performants que d'autres en matière d'autorégulation de la vitesse. Le moteur shunt est très performant en matière de régulation de la vitesse et c'est pourquoi il est souvent utilisé dans des appareils tels que les tours, qui doivent fonctionner à une vitesse constante.

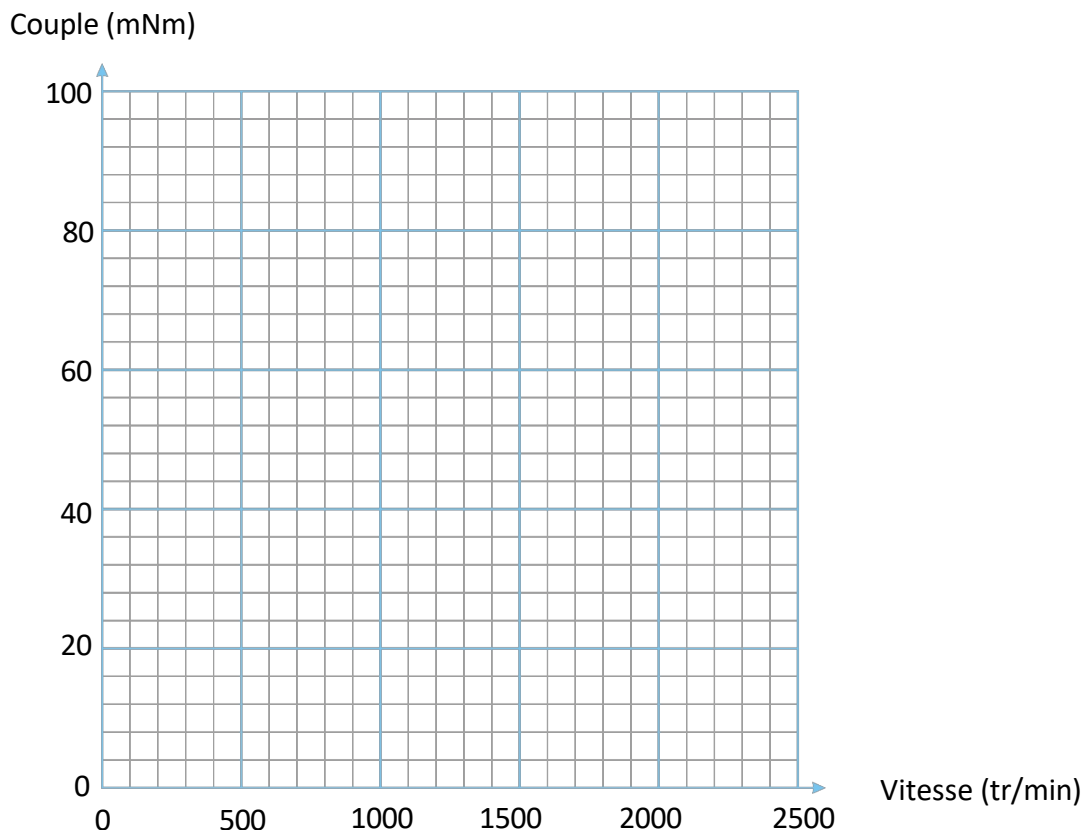


À vous de jouer :

- 1) Installez le moteur shunt comme indiqué ci-dessus.
- 2) Sur votre PC, lancez le programme "Open Log_DC.bat".
- 3) Ouvrez le programme. Réglez la sortie DC1 sur 100 % pour alimenter le **bobinage du stator** et la sortie DC2 à environ 50 % pour le **rotor**.
- 4) Lancez le programme et appuyez sur "Sweep" pour effectuer une série de relevés automatiques pour une gamme de charges de dyna- momètre.
- 5) Répéter les étapes 4 pour des sorties DC du **rotor** de 60 %, 70 % et 80 %.
- 6) Lorsque la séquence est terminée, chargez les résultats dans Excel et utilisez-le pour tracer un graphique de la vitesse et du couple.
- 7) Sur la page suivante, utilisez les axes fournis pour esquisser les résultats.

Fiche de travail 8

Caractéristiques des moteurs à enroulement shunt



L'effet de la vitesse sur le couple pour différentes valeurs de tension de la bobine du stator.

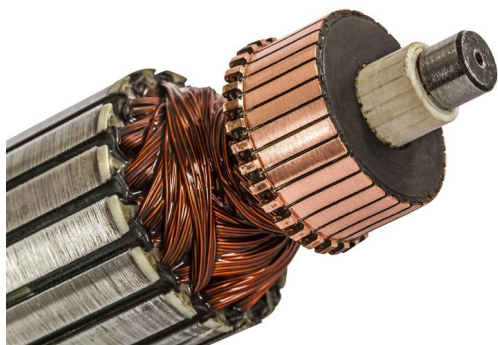
À vous de jouer :

- 1) Avec le même équipement, chargez le programme "Open Control_DC.bat".
- 2) Acheminer la sortie du dynamomètre vers le voltmètre de l'unité de contrôle. Le logiciel donne le courant du dynamomètre. Vous pouvez maintenant obtenir la tension et le courant du dynamomètre et calculer la puissance absorbée.
- 3) Exécutez le programme et réglez la sortie CC pour le rotor à 50 % et la sortie pour l'enroulement du stator à environ 50 %.
- 4) Complétez le tableau pour indiquer la vitesse, la puissance de sortie, la puissance du dynamomètre et l'efficacité.

Tension statorique DC1 (V)	Tension du rotor DC2 (V)	Puissance d'entrée (W)	Vitesse (tr/min)	Vitesse angulaire (rads/s)	Couple (Nm)	Puissance de sortie (W)	Efficacité (%)
50%	50%						
70%	70%						

Fiche de travail 9

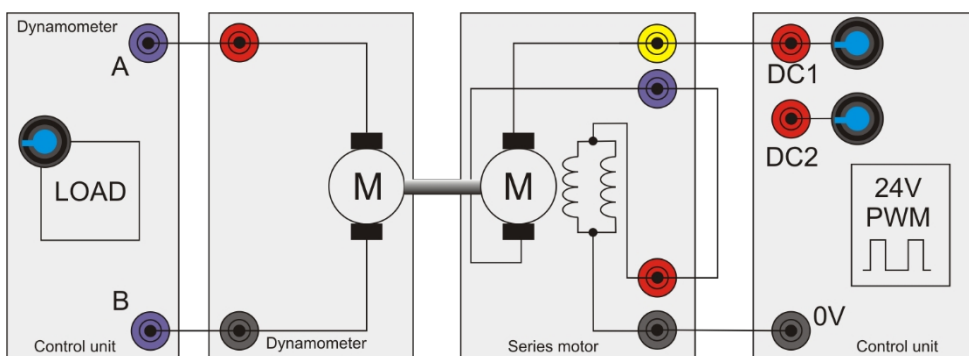
Caractéristiques des moteurs à enroulement en série



Un moteur à enroulement en série a le couple le plus élevé sur

démarrage de tout moteur. Cependant, sa vitesse varie en fonction de la charge. Il convient parfaitement aux applications telles que les treuils et les grues où le couple initial élevé est important.

La photographie montre un rotor bobiné typique avec un collecteur à anneau fendu.

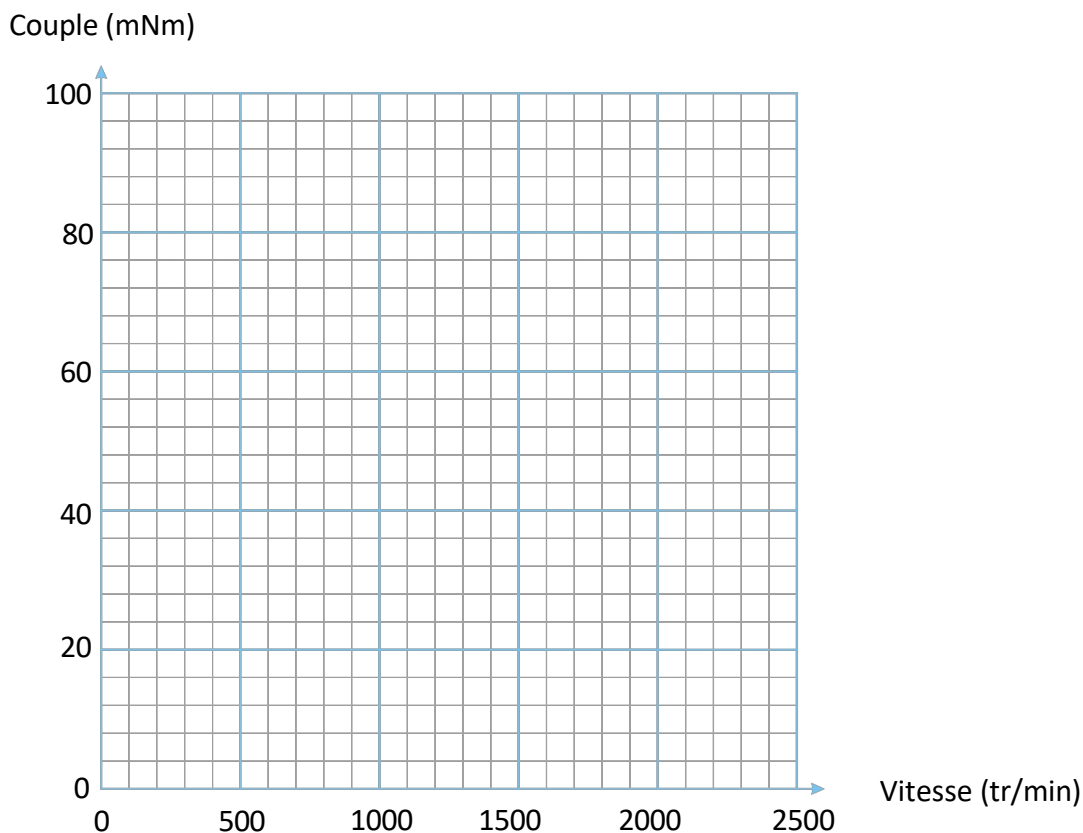


À vous de jouer :

- 1) Installez le moteur en série comme indiqué ci-dessus.
- 2) Sur votre PC, exécutez le programme "Open Log_DC.bat".
- 3) Exécutez le programme avec la sortie CC réglée à environ 35 %.
- 4) Assurez-vous que le moteur exerce une pression sur la cellule de charge plutôt que sur la balance - inversez simplement le sens de rotation si ce n'est pas le cas.
- 5) Appuyez sur 'Sweep' pour prendre une série automatique de pour une gamme de charges dynamométriques.
- 6) Répétez les étapes 3, 4 et 5 pour les sorties DC de 40 %, 45 % et 50 %.
- 7) Lorsque la séquence est terminée, chargez les résultats dans Excel et utilisez-le pour tracer un graphique de la vitesse en fonction du couple.
- 8) Sur la page suivante, dessinez des graphiques pour montrer les tracés de toutes les tensions de sortie.

Fiche de travail 9

Caractéristiques des moteurs enroulés en série



L'effet de la vitesse sur le couple pour différentes valeurs de la tension de sortie DC.

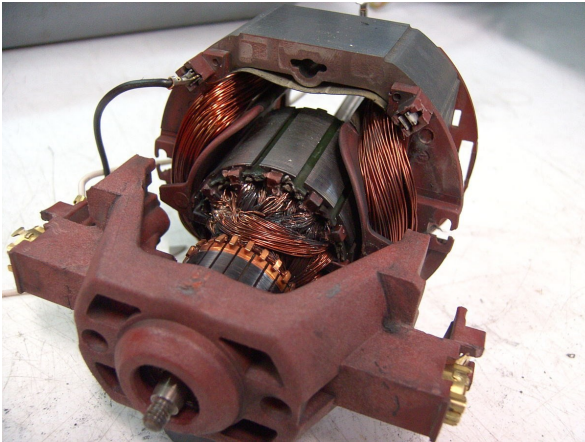
À vous de jouer :

- 1) Avec le même équipement, chargez le programme "Open Control_DC.bat".
- 2) Acheminer la sortie du dynamomètre vers le voltmètre de l'unité de contrôle. Le logiciel donne le courant du dynamomètre. Vous pouvez maintenant obtenir la tension et le courant du dynamomètre et calculer la puissance absorbée.
- 3) Exécutez le programme et réglez la sortie DC1 à environ 30 %.
- 4) Complétez le tableau pour indiquer la vitesse, la puissance de sortie, la puissance du dynamomètre et l'efficacité.

Tension d'alimentation DC1 (V)	Puissance d'entrée (W)	Vitesse (tr/min)	Vitesse angulaire (rads/s)	Couple (Nm)	Puissance de sortie (W)	Efficacité (%)
30%						
60%						

Fiche de travail 10

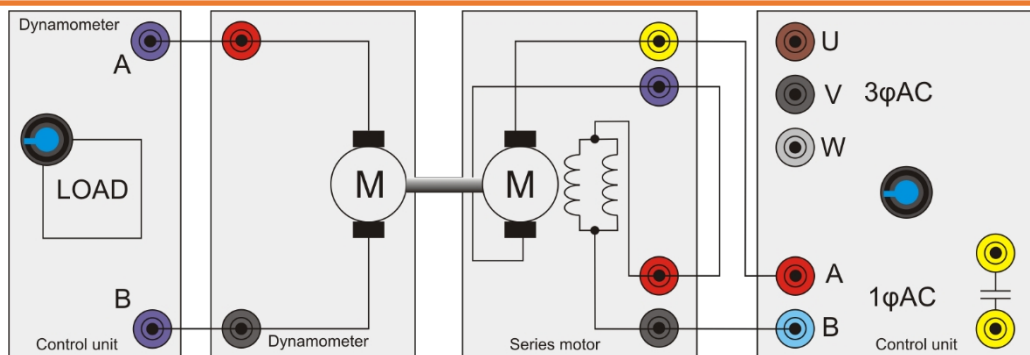
Moteur universel



Le moteur à enroulement en série est souvent appelé "moteur universel" car il peut fonctionner aussi bien en courant alternatif qu'en courant continu.

Cette flexibilité fait que les moteurs universels sont parmi les plus utilisés.

Les applications typiques sont les avions, les routeurs, ponceuses, meuleuses, scies, etc.



Cette feuille de travail examine le comportement en courant alternatif du moteur à enroulement en série.

À vous de jouer :

- 1) Installez le moteur en série comme indiqué ci-dessus.
- 2) Sur votre PC, chargez 'Open Log_1Phase.bat' et appuyez sur "Play".
- 3) Réglez la tension du conducteur à environ 20V.
- 4) La fréquence de sortie étant réglée sur 50 Hz, lancez le programme et utilisez la fonction "Sweep" pour effectuer une série de relevés automatiques sur une gamme de charges dynamométriques.
- 5) Lorsque la séquence est terminée, utilisez Excel pour tracer un graphique de la vitesse en fonction du couple.

propriétés du moteur universel.

Comment changer la direction d'un mouvement ?

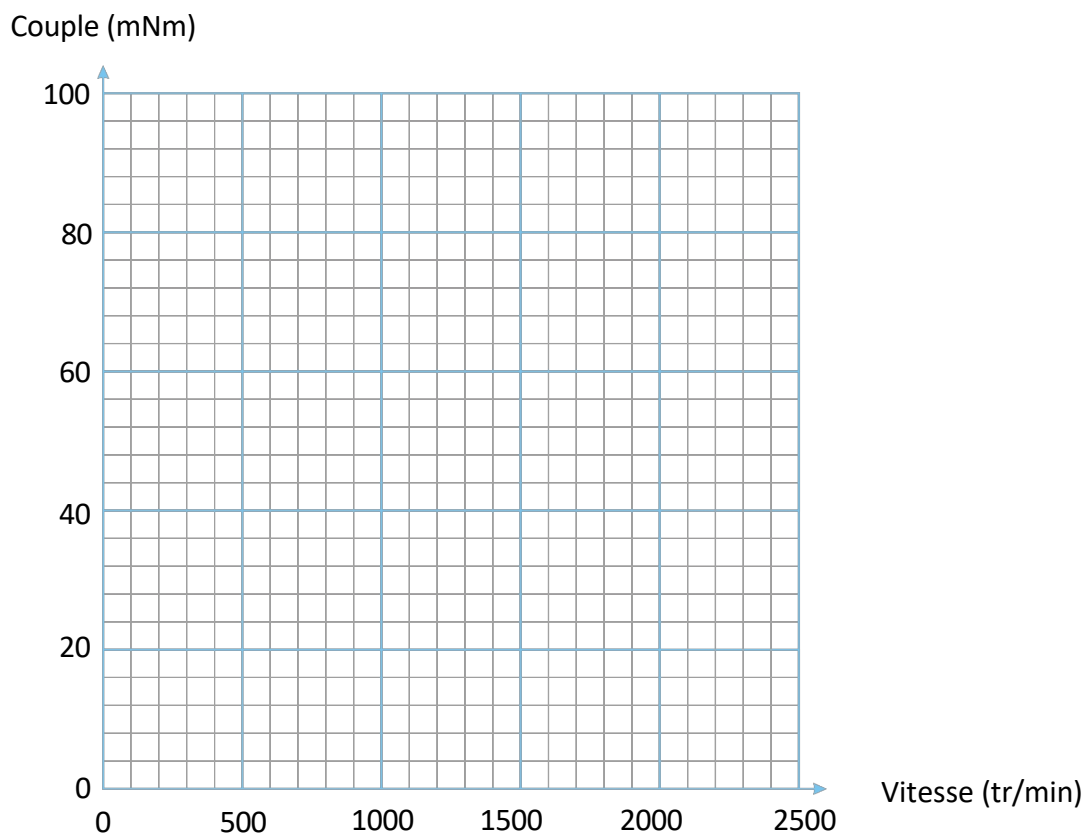
Réglez la fréquence à 40 Hz - que se passe-t-il ?

Répéter cette procédure pour des fréquences de 60, 70 et 80 Hz.

7) Sur la page suivante, dessinez des graphiques pour montrer les tracés pour toutes les fréquences. Comparez le courant alternatif et le courant continu

Fiche de travail 10

Moteur universel



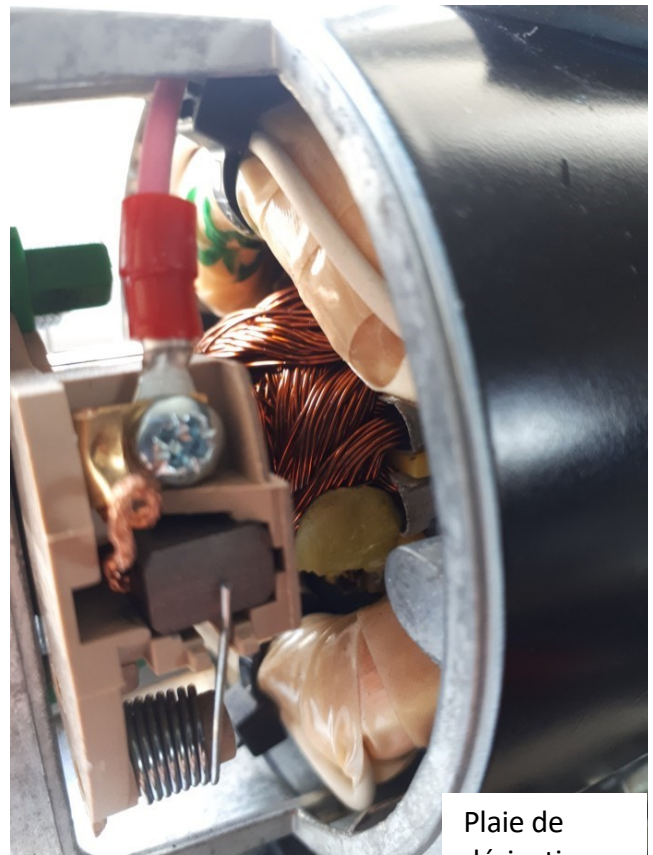
L'effet de la vitesse sur le couple pour différentes valeurs de la fréquence de sortie.

Fiche de travail 11

Comparaison des moteurs shunt et série



Série
enroulée



Plaie de
dérivation

À vous de jouer

1) En comparant les photographies, quelle est la différence entre les enroulements du rotor ?

2) Vous avez mesuré précédemment la résistance des enroulements shunt et série du moteur. Ces photographies corroborent-elles vos résultats ?

3) Faites une recherche sur le terme "excitation séparée". Qu'est-ce que cela signifie ?

Fiche de travail 12

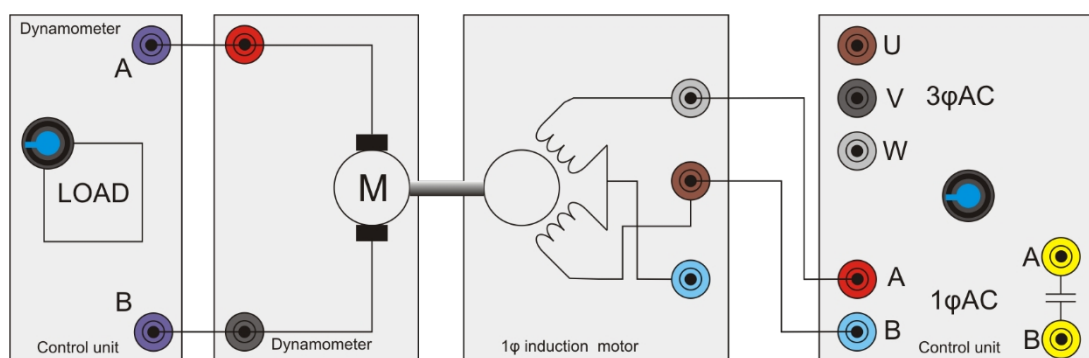
Moteur à induction monophasé



L'un des problèmes des moteurs série et shunt est qu'ils utilisent des "balais" dans le circuit du rotor. Ceux-ci s'usent et doivent être remplacés de temps à autre.

Les moteurs à induction n'ont pas de balais et nécessitent donc moins d'entretien.

La photographie montre un moteur à induction et sa boîte de vitesses.



À vous de jouer :

- 1) Installez le moteur à induction monophasé comme indiqué dans le diagramme ci-dessus.
- 2) Sur votre PC, lancez 'Open Control_1Phase.bat'.
- 3) Connectez les enroulements aux bornes **A** et **B**. Lorsque l'application logicielle est en cours d'exécution, ces bornes produisent un signal de sortie monophasé.
- 4) Cependant, vous constaterez que le moteur ne démarre pas.

Oh là là !

Et alors ?

Vous venez de découvrir un problème avec le moteur de l'induction - il a besoin de quelque chose pour démarrer.

Lorsque le moteur à induction est alimenté, il suffit souvent d'un petit coup de pouce physique dans une direction pour le faire démarrer.

Malheureusement, dans cet appareil, vous ne pouvez pas toucher l'arbre, pour des raisons de sécurité.

Un autre problème est que la direction dans laquelle vous poussez le moteur n'a pas d'importance - il peut tourner dans les deux sens.

Nous verrons ensuite comment rendre le système plus prévisible.

Fiche de travail 13

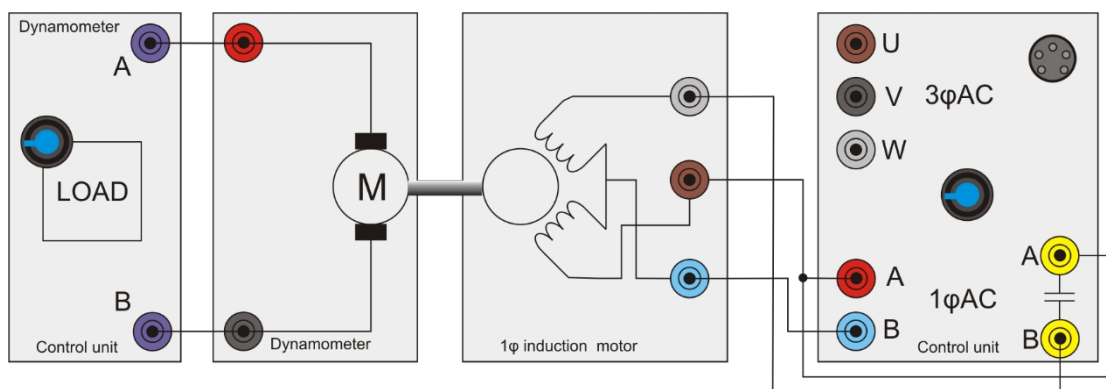
Moteur à induction monophasé - capuchon commencer



Dans de nombreuses situations, les ingénieurs ont le choix du type de moteur à utiliser.

Pour les applications simples à courant alternatif, comme les nettoyeurs haute pression, ils peuvent utiliser un moteur à induction ou un moteur en série.

Le choix est déterminé par les propriétés électromécaniques du moteur - le coût, la taille et la fiabilité à long terme requise.



À vous de jouer :

- 1) Installez le moteur à induction monophasé comme indiqué dans le diagramme ci-dessus.
- 2) Sur votre PC, chargez 'Open Log_1phase.bat' et appuyez sur "Play".
- 3) Paramètres d'utilisation Tension : 20V, démarrage CAP, SINE.
- 4) Une fois le moteur en marche, sélectionnez CAP Run.
- 5) La fréquence de sortie étant réglée sur 50 Hz, lancez le programme et utilisez la fonction "Sweep" pour effectuer une série de relevés automatiques sur une gamme de charges dynamométriques.
Répétez cette procédure pour les fréquences de 60, 70, 80, 90 et 100Hz.
- 6) Lorsque la séquence est terminée, utilisez Excel pour tracer un graphique de la vitesse en fonction du couple.

8) Sur la page suivante, dessinez des graphiques pour montrer les traces pour toutes les fréquences.

Et alors ?

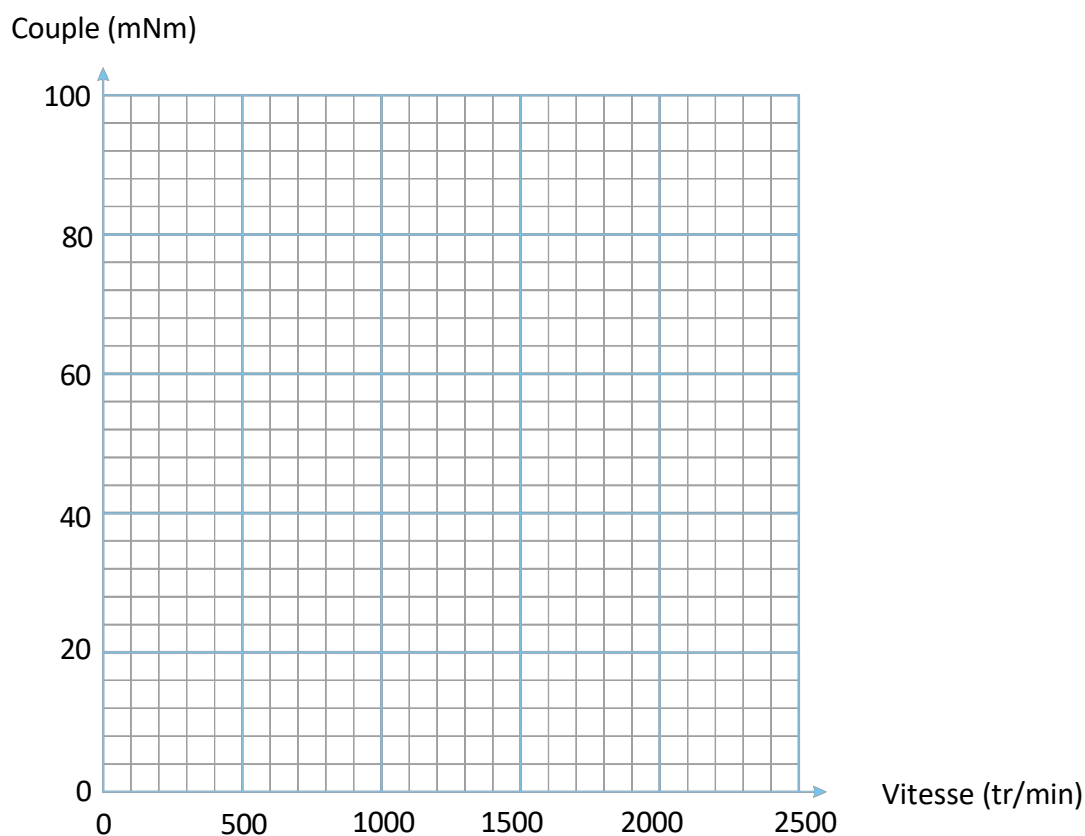
Comment changer le sens de rotation ?

Comment les courbes de vitesse et de couple se comparent-elles aux autres moteurs que vous avez examinés ?

Quels sont les avantages et les inconvénients des machines à courant continu et à courant alternatif ?

Fiche de travail 13

Moteur à induction monophasé - capuchon
commencer



L'effet de la vitesse sur le couple pour différentes valeurs de la fréquence de sortie.

Fiche de travail 14

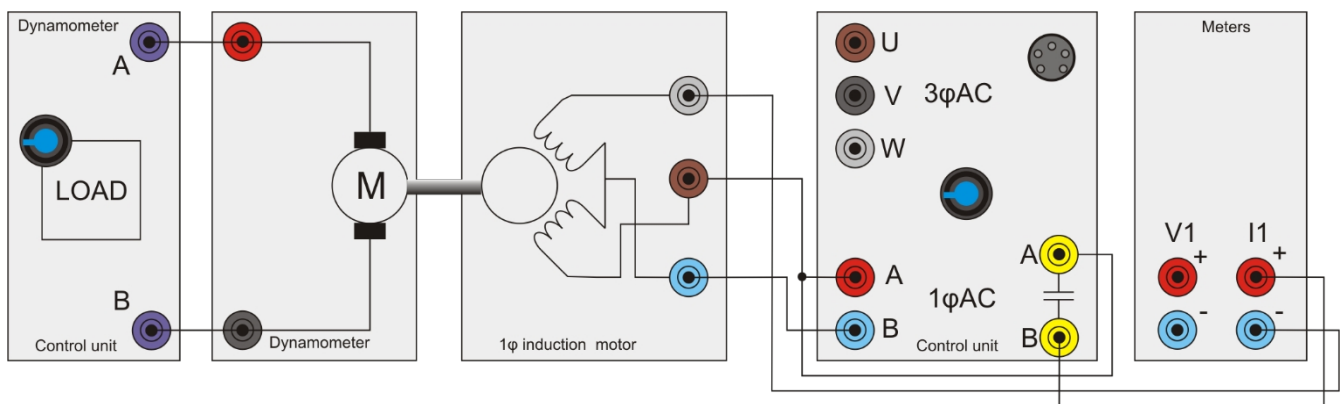
Déphasage dans les moteurs à induction



L'un des inconvénients du moteur à induction monophasé est qu'il a besoin d'un condensateur externe pour fonctionner.

Le moteur à induction est très fiable car il n'a pas de balais. Toutefois, le condensateur utilisé pour démarrer le moteur doit être retiré du circuit une fois que le moteur est en marche.

Cela nécessite soit un circuit de commutation électronique supplémentaire, soit un commutateur mécanique centrifuge.



À vous de jouer :

- 1) Installez le moteur à induction monophasé comme indiqué sur le schéma. Cette expérience utilise l'oscilloscope intégré à l'unité de contrôle pour étudier les déphasages dans les enroulements causés par les condensateurs de démarrage/marche.
- 2) Sur votre PC, lancez 'Open Control_1Phase.bat'.
- 3) Paramètres d'utilisation Tension : 20V, démarrage CAP, SINE.
- 4) Réglez la fréquence sur 50Hz.
- 5) Réglez l'oscilloscope pour qu'il affiche I et IA, en utilisant les "Propriétés" sur le côté droit de l'écran. Capturez la forme d'onde.
- 6) Dessinez ce que vous voyez sur la grille de l'oscilloscope à la page suivante.
- 7) Répéter la procédure pour les fréquences de 60Hz et 70Hz. Pour chaque fréquence, enregistrer les courbes et le déphasage.

- 8) Étudiez l'effet du passage du condensateur "Start" au condensateur "Run", en utilisant le sélecteur "Capacitor Start / Run".

Et alors ?

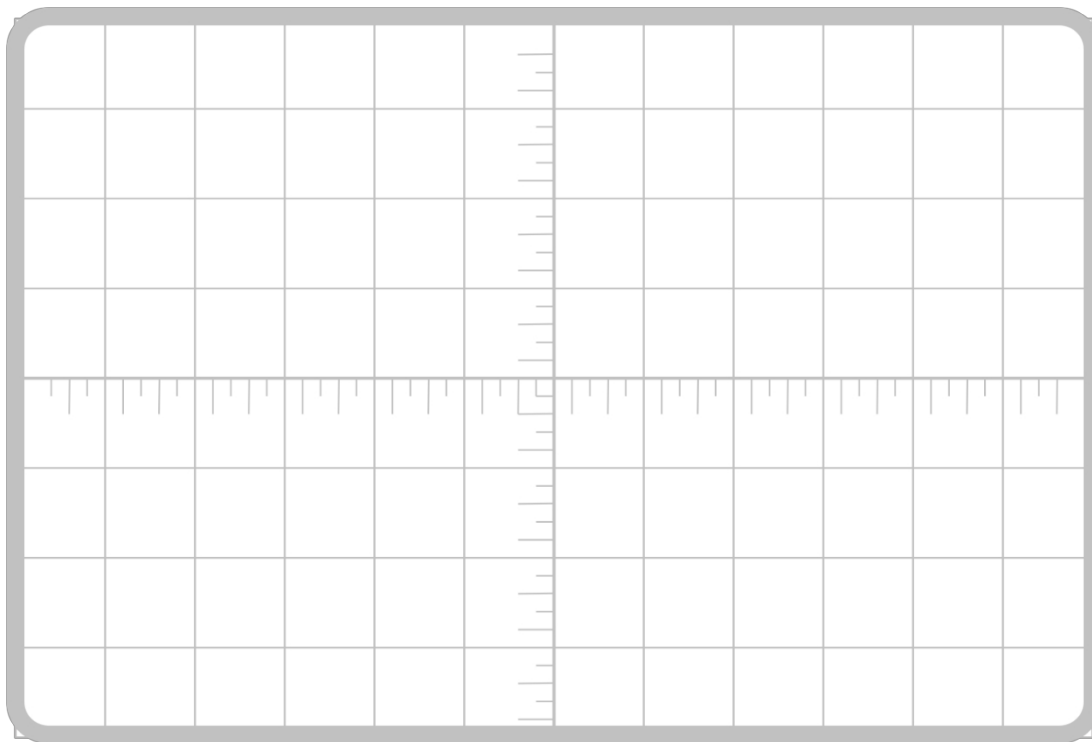
Sans condensateur, le moteur ne démarre pas. Dans certains systèmes, comme celui-ci, le moteur possède deux condensateurs, l'un pour le démarrage et l'autre pour la marche.

Le déphasage de chacun est différent. Pour la même tension, de combien de plus efficace est le condensateur "Run" par rapport au condensateur "Start" pour chaque fréquence ?

Cherchez à savoir pourquoi une valeur différente est nécessaire pour Démarrer" et "Exécuter".

Fiche de travail 14

Déphasage dans les moteurs à induction



Fréquence du variateur AC (Hz)	Puissa nce de sortie (W)	Tension de sortie (V)	Courant de sortie A (A)	Phase (deg)	Puissance résolue (W)	Efficacité (%)
50Hz						
60Hz						
70Hz						

Notez que vous pouvez modifier les paramètres actuels dans la boîte de propriétés du logiciel située à droite de l'écran.

Le pouvoir résolu peut être déterminé par trigonométrie en utilisant $V \times I \times \cos(\text{Phase})$.

Fiche de travail 15

Stratégies d'entraînement à fréquence variable

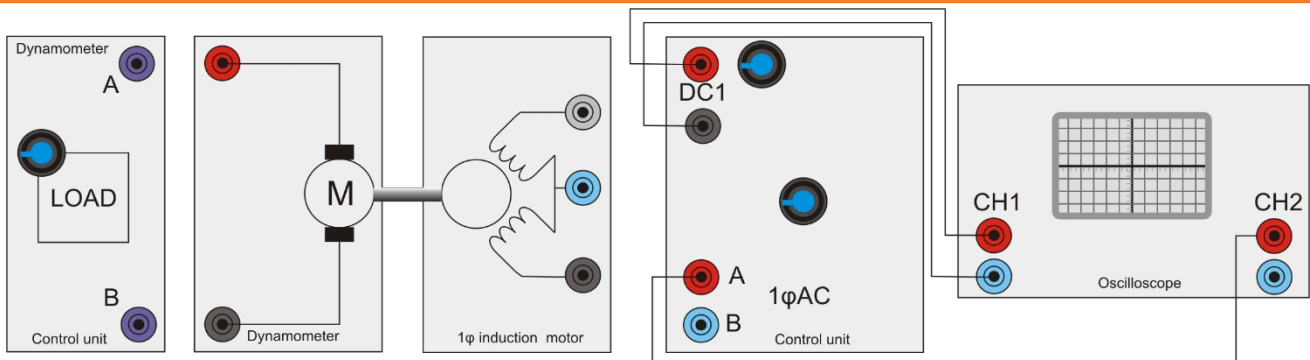


Dans les usines, les moteurs à induction sont souvent utilisés à des vitesses fixes, dictées par l'alimentation secteur de 50 ou 60 Hz.

Lorsqu'un contrôle de la vitesse est nécessaire, il faut changer de stratégie.

Cette photographie montre des variateurs de fréquence

utilisé dans une usine d'eau minérale.



**N'utilisez pas d'oscilloscope basé sur un PC.
Utiliser un oscilloscope traditionnel sans connexion USB au PC.**

À vous de jouer :

- 1) Installez le moteur à induction monophasé comme indiqué dans le diagramme ci-dessus. Dans cet exercice, nous n'examinons que les signaux et il n'est donc pas nécessaire de connecter le moteur et le dynamomètre. Cependant, le moteur doit se trouver dans le berceau du dynamomètre afin d'activer l'alimentation.
- 2) Sur votre PC, lancez 'Open Control_1Phase.bat'.
- 4) Sélectionner une tension de sortie de 24V et une fréquence de 50Hz.
- 3) Connecter l'oscilloscope comme indiqué. Dans cette application, la sortie DC1 donne une impulsion au début de chaque cycle. Ceci peut être utilisé pour déclencher l'oscilloscope sur le canal 1 tout en regardant la forme d'onde de la sortie A sur le canal 2.

- 4) Sur la page suivante, dessinez la forme d'onde de la sortie AC monophasée A.

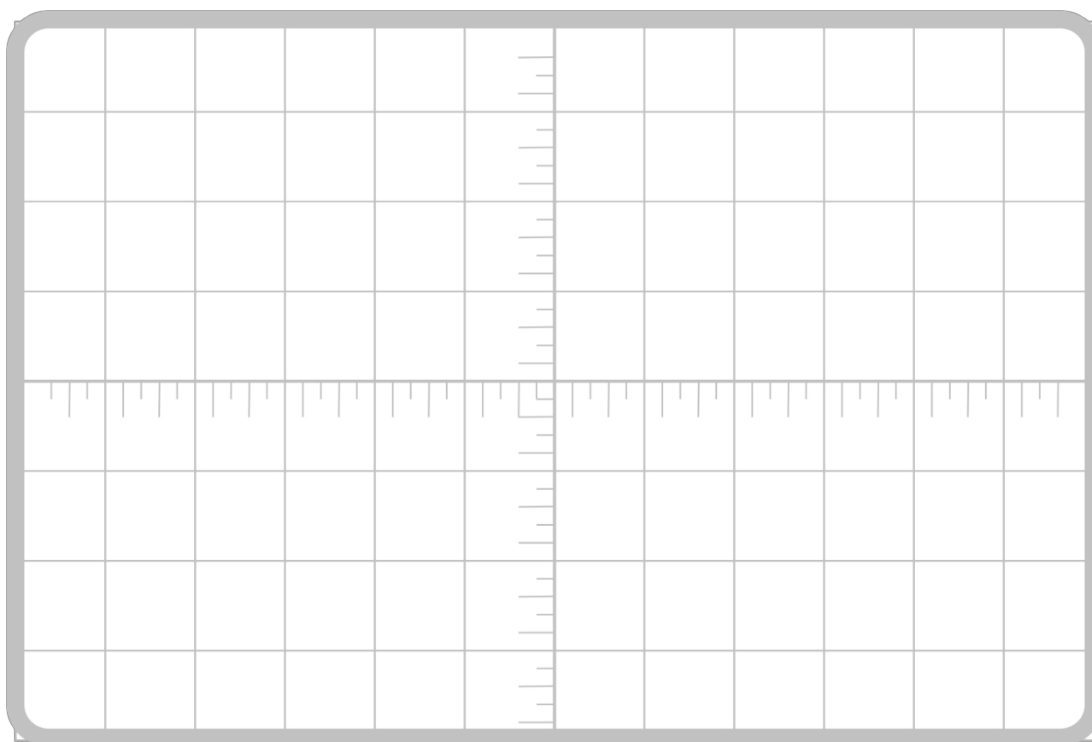
Et alors ?

Cet exercice illustre comment la modulation de largeur d'impulsion (PWM) est utilisée pour créer une forme d'onde avec une largeur d'impulsion variable mais une période constante, la période de la forme d'onde fondamentale.

Lorsqu'elles sont connectées, les bobines d'entraînement du moteur agissent comme un filtre passe-bas pour les signaux CA, lissant la forme d'onde. Si l'on représentait le courant à travers les enroulements, il ressemblerait beaucoup plus à une onde sinusoïdale traditionnelle.

Fiche de travail 15

Stratégies d'entraînement à fréquence variable



À vous de jouer :

- 1) Modifiez la sortie de SINE à DIGITAL. Dessinez la forme d'onde de sortie sur le même graphique que ci-dessus.
- 2) Avec les connexions de l'oscilloscope inchangées, ajoutez le moteur à induction c.a. monophasé et le condensateur de démarrage/marche. Reportez-vous au schéma de connexion de la feuille de travail sur le moteur à induction monophasé si vous en avez besoin.
- 3) La charge du dynamomètre étant d'environ 50 %, mesurez et enregistrez la vitesse dans le tableau ci-dessous, couple, puissance de sortie et puissance d'entrée, pour des fréquences de 50, 60 et 70Hz.

Caractéristiques de l'entraînement numérique

Fréquence du variateur AC	Vitesse en tr/min	Couple	Puissance de sortie	Puissance d'entrée
50Hz				
60Hz				
70Hz				

Fiche de travail 15

Stratégies d'entraînement à fréquence variable

À vous de jouer :

- 1) Dans l'application logicielle, cliquez sur le bouton "Sine". La sortie du variateur redevient alors une onde pseudo-sinusoïdale.
- 2) Dessinez la sortie en **A** lorsque vous utilisez l'impulsion de déclenchement sur DC1 (vous pouvez comparer le signal de **B**).
- 3) Ensuite, avec une charge du dynamomètre d'environ 50 %, mesurez et enregistrez la vitesse dans le tableau ci-dessous, couple, puissance de sortie et puissance d'entrée, pour des fréquences de 50, 60 et 70Hz.

Caractéristiques de l'entraînement pseudo-sinusoïdal

Fréquence du variateur AC	Vitesse en tr/min	Couple	Puissance de sortie	Puissance d'entrée
50Hz				
60Hz				
70Hz				

Et alors ?

Il est surprenant de constater à quel point un simple signal de commande numérique fonctionne bien pour le moteur à induction. Cependant, lorsque l'économie d'énergie est primordiale, le coût des quelques bits de silicium nécessaires pour créer le circuit de commande est secondaire.

Fiche de travail 15

Stratégies d'entraînement à fréquence variable

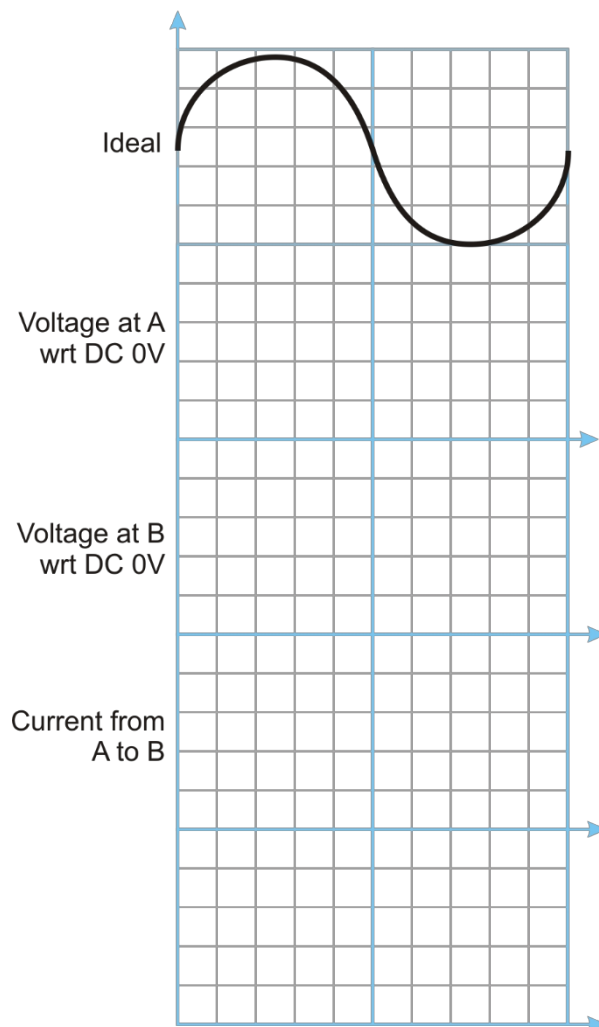
À vous de jouer :

- 1) Dans le schéma fonctionnel de l'unité de commande de la section "Référence", les sorties de l'entraînement du moteur sont représentées comme étant "tri-états". Cela signifie que chaque tension de sortie peut être élevée, basse ou en circuit ouvert.

Les sorties maximales monophasées 24V **A** et **B** sont alternativement positives et négatives, créant ainsi une tension maximale crête à crête de 48V à travers le moteur.

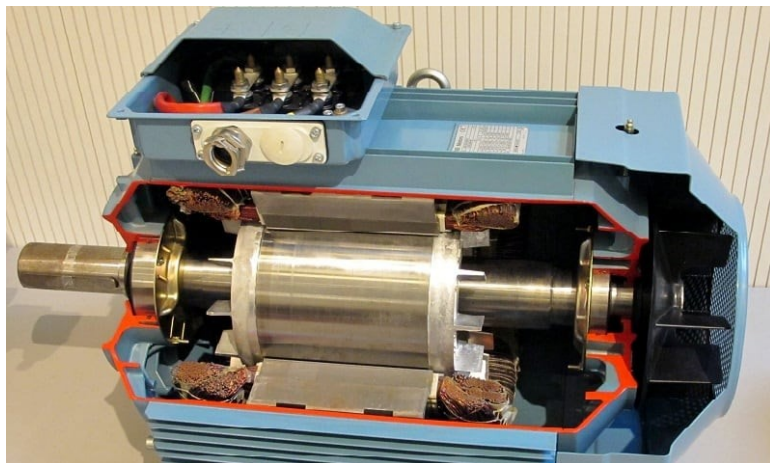
- 2) Obtenez les formes d'onde et dessinez-les sur les axes ci-dessous.

Vous pouvez utiliser l'oscilloscope de bord pour examiner la forme d'onde du courant. Cependant, l'oscilloscope de bord n'est pas assez rapide pour montrer le PWM avec précision.



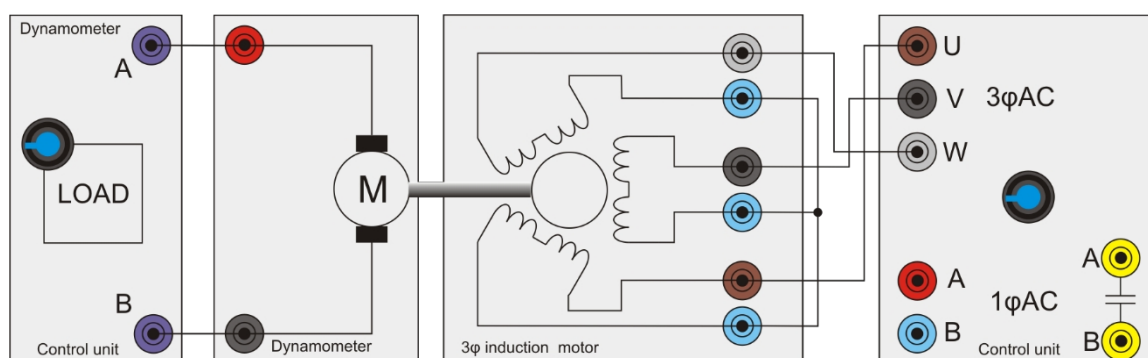
Feuille de travail 16

Caractéristiques des moteurs triphasés



Cette photographie montre une section d'un moteur triphasé dont l'enveloppe extérieure a été découpée. Notez l'absence de balais et de bobinage dans le rotor.

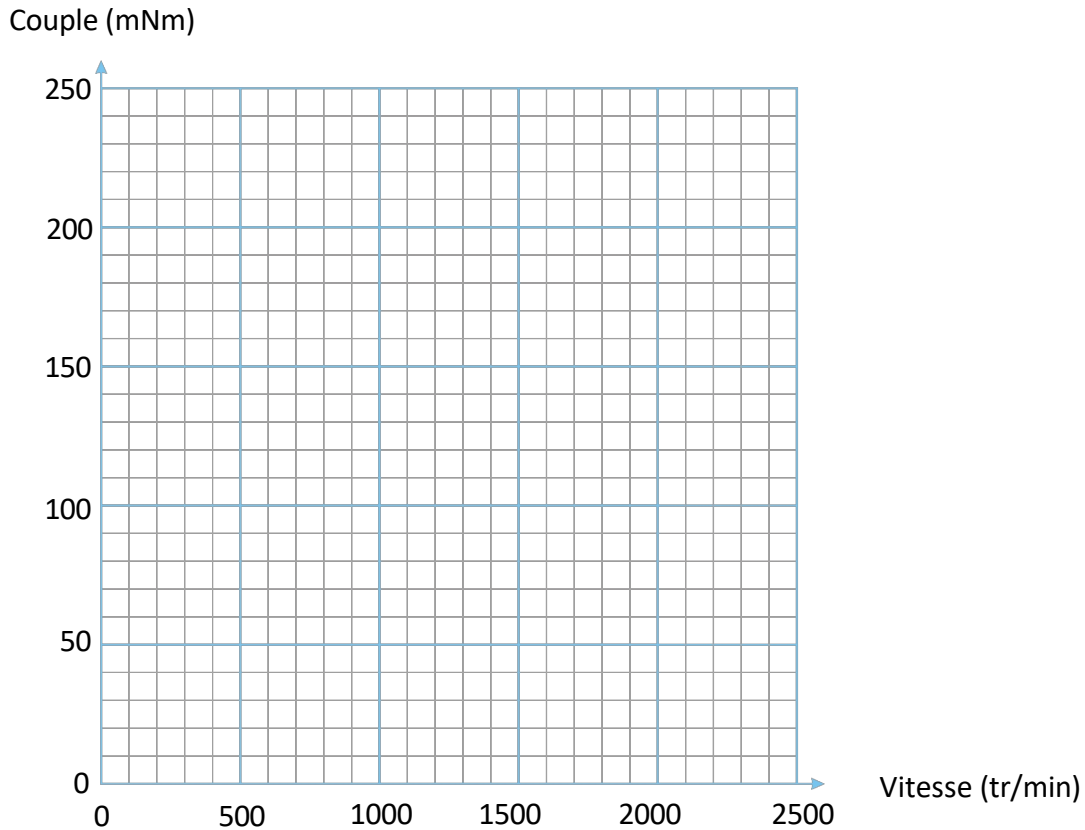
Les moteurs à induction fonctionnent en induisant dans le rotor un courant et un champ magnétique dont la phase est légèrement différente de celle du courant/champ d'entraînement.



À vous de jouer :

- 1) Installez le moteur à induction triphasé comme indiqué dans le diagramme ci-dessus.
- 2) Sur votre PC, chargez 'Open Log_3phase.bat'.
- 3) Utiliser les réglages SINE, 20V, IMPROVED.
- 4) Avec une fréquence de sortie de 50 Hz, exécuter le programme et prendre une série automatique de lectures sur une gamme de charges de dynamomètre.
- 5) Répétez cette opération pour les fréquences de sortie 60, 70, 80, 90, 100 Hz.
- 6) Si vous pouvez tracer toutes les lignes de sortie sur le même graphique.
- 7) Sur la page suivante, dessinez les résultats.

Comment changer le sens de rotation ?



L'effet de la vitesse sur le couple pour différentes valeurs de la fréquence de sortie.

Et alors ?

Comparez les courbes de vitesse/couple à celles du moteur monophasé.

Comment se situe-t-il par rapport à l'efficacité ? Cherchez-en la raison et donnez vos conclusions ci-dessous.

[illegible]

Fiche de travail 17

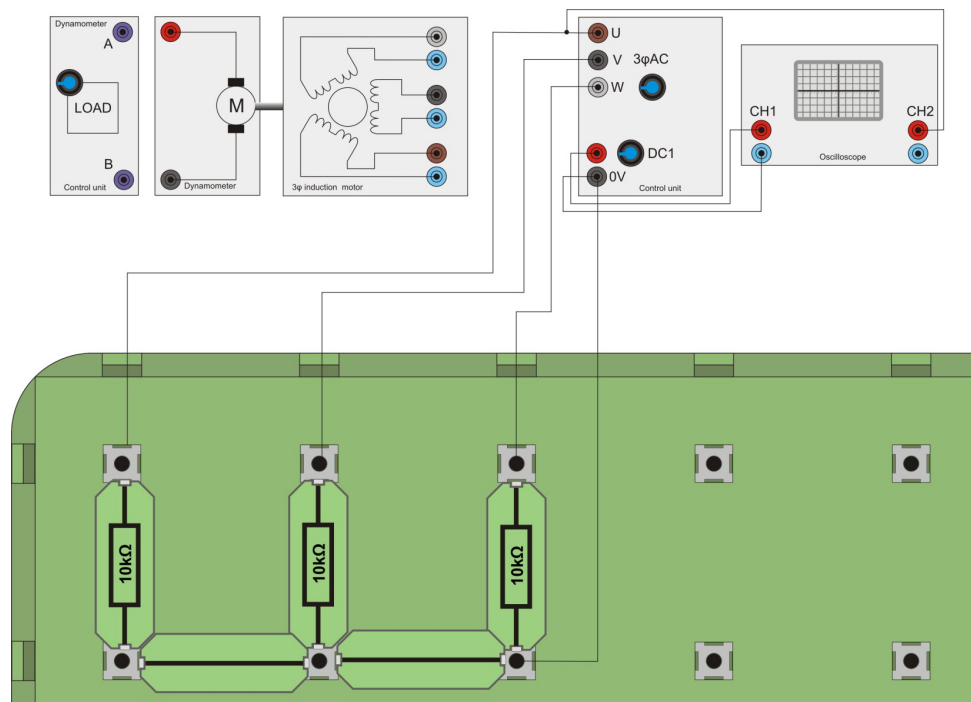
Stratégies d'entraînement des moteurs triphasés



Le réseau national distribue l'électricité en trois phases distinctes, au lieu de la phase unique que l'on trouve dans les maisons.

La production triphasée est plus efficace sur le plan énergétique.

Les usines utilisent des moteurs triphasés car ils sont également plus efficaces que les systèmes monophasés. La photographie montre un moteur à induction triphasé en Chine.

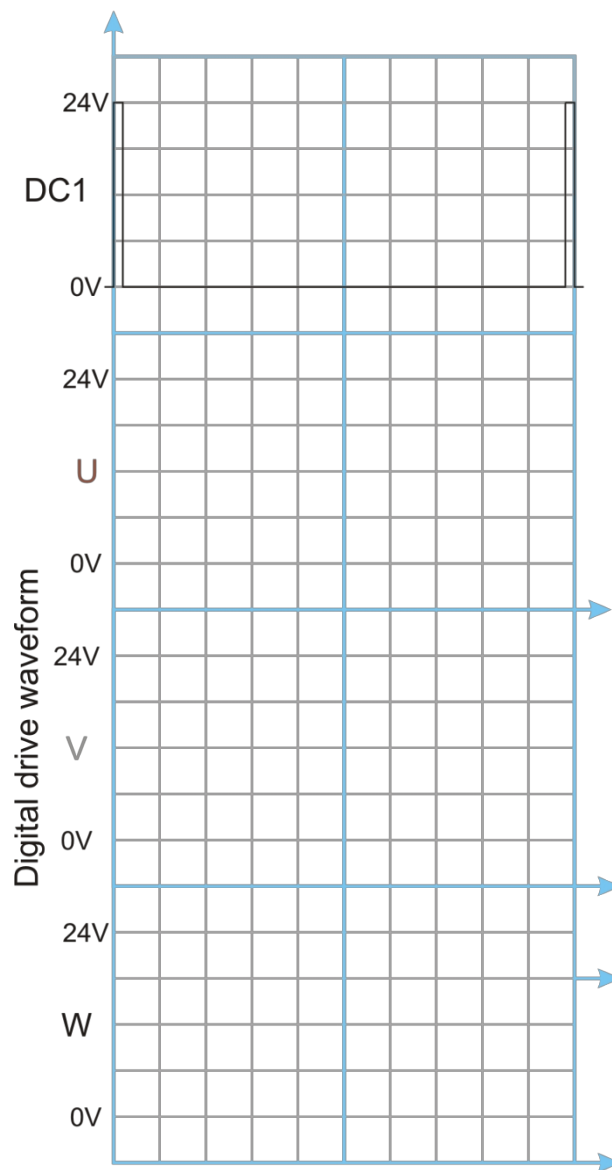


À vous de jouer :

- 1) Installez le moteur à induction triphasé comme indiqué dans le diagramme ci-dessus. Étant donné que cet exercice ne porte que sur les signaux de l'unité génératrice, il est recommandé de ne pas utiliser le moteur à induction triphasé. crée, il n'est pas nécessaire de connecter le moteur triphasé à l'alimentation.
- 2) Connecter trois résistances de 10kΩ comme charges beentre U, V, W et 0V.
- 3) Sur votre PC, lancez 'Open Control_3Phase.bat'.
- 4) Appuyez sur "Play" et mettez le logiciel en mode numérique en appuyant sur le bouton "Sine". Cela change la forme d'onde de la pseudo-sinusoïde, construite avec PWM, à une forme d'onde numérique simple où U, V et W sont des ondes carrées décalées de 120 degrés. Réglez la fréquence de sortie sur 50 Hz et appuyez sur 'Run'.
- 5) Déclencher un oscilloscope sur la sortie DC1. Sur la deuxième voie, affichez la sortie U.
- 6) 6) Esquissez les formes d'onde des signaux U, Vet W par rapport à la forme d'onde de synchronisation sur DC1.

Fiche de travail 17

Stratégies d'entraînement des moteurs triphasés



Et alors ?

Notez que ces impulsions sont espacées de 120° . Ensemble, elles constituent la forme d'onde triphasée de base.

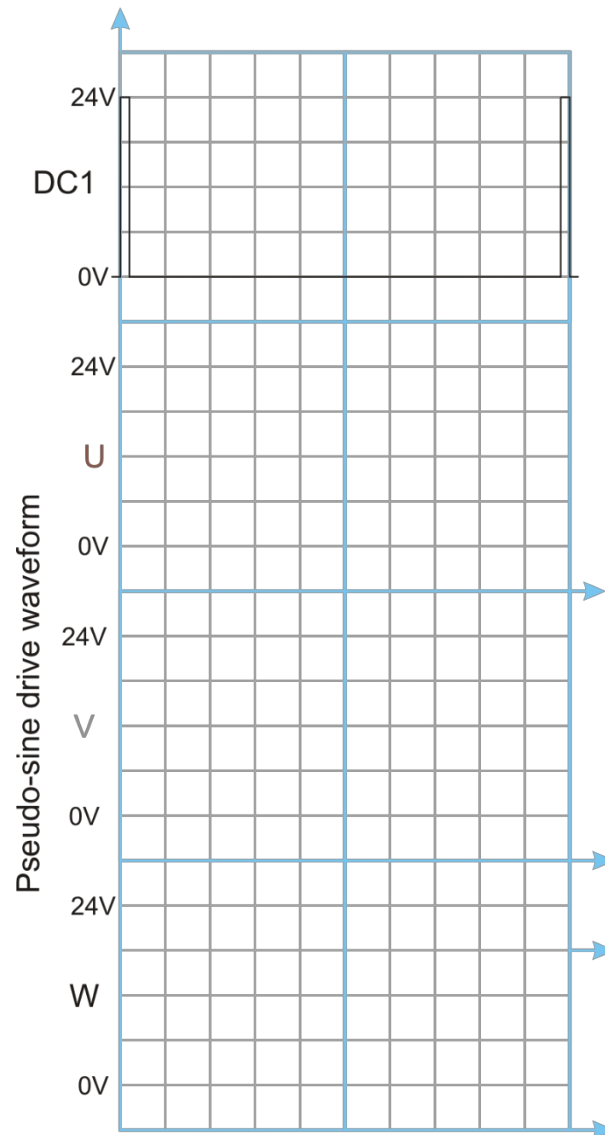
Vous devriez remarquer que chaque forme d'onde passe un certain temps à 0V, un certain temps à 24V et un certain temps entre les deux, à environ un volt. Ce que vous voyez, ce sont les trois étapes de la commande de chaque sortie - forcée à 0V, forcée à +24V et laissée en circuit ouvert. Dans cette dernière phase, la tension n'est pas dictée par l'alimentation, mais par le reste du circuit.

Fiche de travail 17

Stratégies d'entraînement des moteurs triphasés

À vous de jouer :

- 1) Toujours avec les charges résistives de $10k\Omega$ en place, changez la forme d'onde du variateur en pseudo-sinusoïdale à 50Hz.
- 4) Une fois de plus, dessinez les formes d'onde des signaux U, V et W par rapport à la forme d'onde de synchronisation sur DC1.



Et alors ?

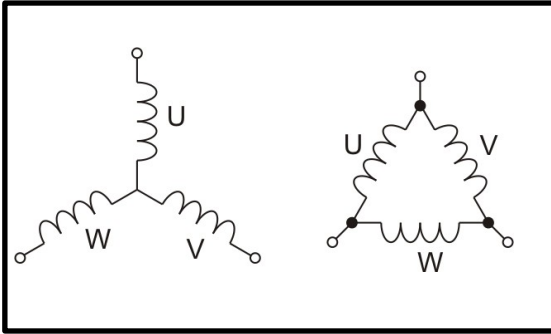
Vous voyez maintenant les formes d'onde qui composent l'entraînement triphasé. Il y a en fait six étapes distinctes. C'est pourquoi on l'appelle souvent le "système d'entraînement moteur triphasé à six étapes".

Certains systèmes de contrôle de vitesse triphasés utilisent de simples ondes carrées pour piloter les moteurs. Cependant, les

L'onde pseudo-sinusoïdale que vous avez examinée est beaucoup plus efficace.

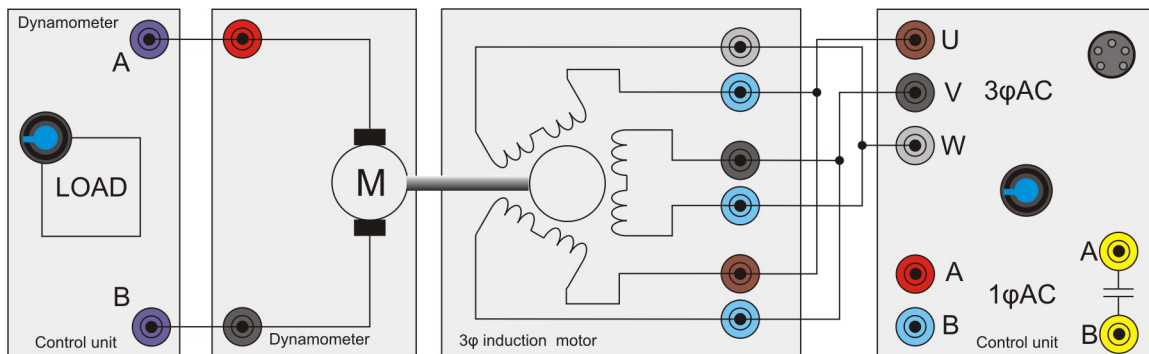
Fiche de travail 18

Configuration du delta



Les moteurs à induction peuvent être utilisés en configuration "étoile" ou "triangle". Cette terminologie se réfère simplement à la façon dont les bobines sont connectées à l'alimentation. La connexion delta est généralement utilisée lorsqu'un courant ou une puissance plus élevés sont nécessaires.

L'image montre les connexions de câblage en étoile et en triangle.



À vous de jouer :

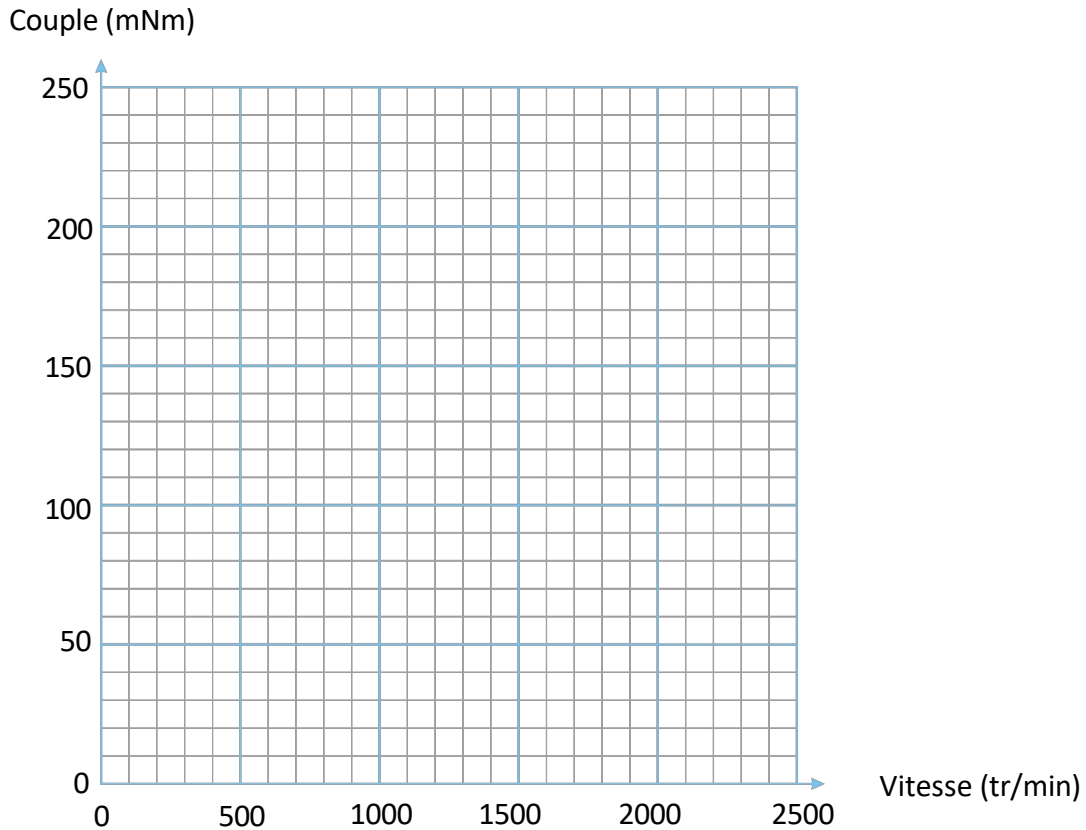
- 1) Installez le moteur à induction triphasé comme indiqué dans le diagramme ci-dessus.
- 2) Sur votre PC, chargez 'Open Log_3phase.bat'.
- 3) Réduisez la tension de sortie à 12V à l'aide du curseur. Dans la configuration Delta, la résistance des enroulements à l'alimentation est beaucoup plus faible et le boîtier de contrôle se déclenchera si vous consommez trop de courant.
- 4) Avec une fréquence de sortie de 50 Hz, exécuter le programme et prendre une série automatique de lectures sur une gamme de charges dynamométriques.
- 4) Répétez cette opération pour les fréquences de sortie 60, 70, 80, 90, 100 Hz.

- 5) Si vous pouvez tracer toutes les lignes de sortie sur le même graphique.
- 6) Sur la page suivante, dessinez les résultats.

Comment changer le sens de rotation ?

Fiche de travail 18

Configuration du delta



L'effet de la vitesse sur le couple pour différentes valeurs de la fréquence de sortie.

Et alors ?

Que pouvez-vous dire de la puissance consommée et du couple des configurations étoile et delta ?

Fiche de travail 18

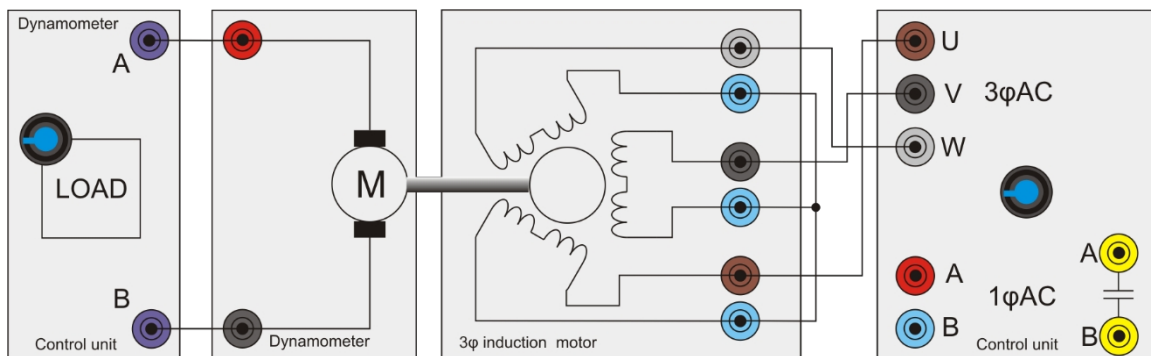
Configuration du delta



Si les moteurs à induction peuvent varier en taille, leurs caractéristiques sont toutes similaires.

Les gros moteurs peuvent être très coûteux. Lorsqu'ils tombent en panne, ils sont remis en état à la main - une tâche spécialisée.

Sur la photographie, un ingénieur rembobine un moteur à induction.



À vous de jouer :

- 1) Installez le moteur à induction triphasé comme indiqué dans le diagramme ci-dessus.
- 2) Sur votre PC, lancez 'Open Control_3Phase.bat'.
- 3) Calculer la vitesse synchrone pour les trois -à l'aide de la formule décrite dans la section "Relations clés".
(Reportez-vous aux dessins de la section transversale dans la section "Référence" pour connaître le nombre de pôles de ce moteur).
- 4) Sans charge sur le dynamomètre, pour des fréquences d'entraînement de 40Hz, 50Hz, 60Hz, 70Hz et 80Hz, calculer le glissement à chaque fréquence. Noter les résultats dans le tableau ci-contre.
- 5) Régler la fréquence du variateur à 50 Hz.

Augmenter la

La charge du dynamomètre est portée à 50 %, puis à 75 %, puis à 90 % et enfin à pleine charge. Calculez le glissement à chaque étape. Inscrivez les résultats dans le tableau.

Entraînement du moteur 3p	Vitesse	Slip (glissement)
40Hz		
50Hz		
60Hz		
70Hz		
80Hz		

Glissement en fonction de la fréquence du variateur - à vide

Charge Dyno	Vitesse	Slip (glissement)
0%		
50%		
75%		
90%		
complet		

Glissement en fonction de la charge - fréquence d'entraînement = 50

Comprendre le glissement

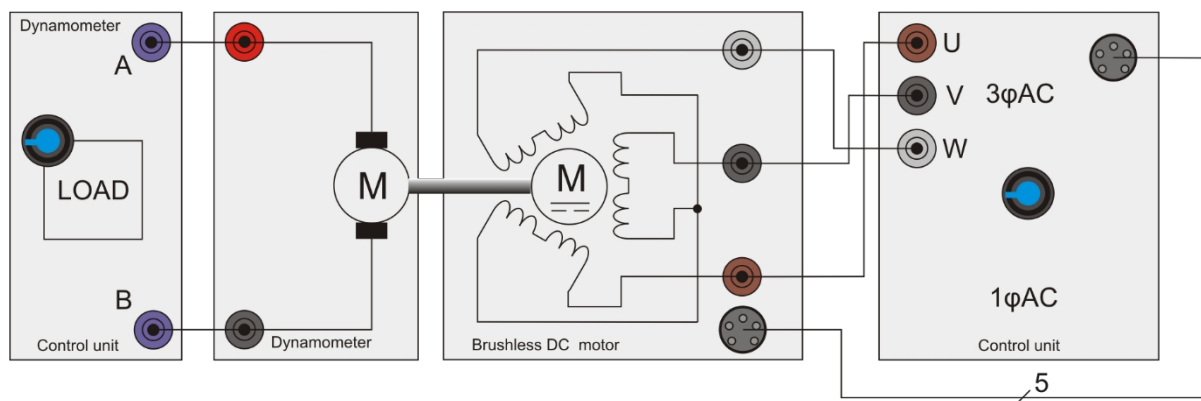


Expliquez ces lectures.

This image shows a blank sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.



Les moteurs à courant continu sans balais ont un excellent rapport puissance/poids, ce qui les rend utiles dans les applications sensibles au poids, comme les drones. Leur construction implique qu'ils doivent être démarrés à une vitesse lente, puis augmentés à pleine vitesse.



À vous de jouer :

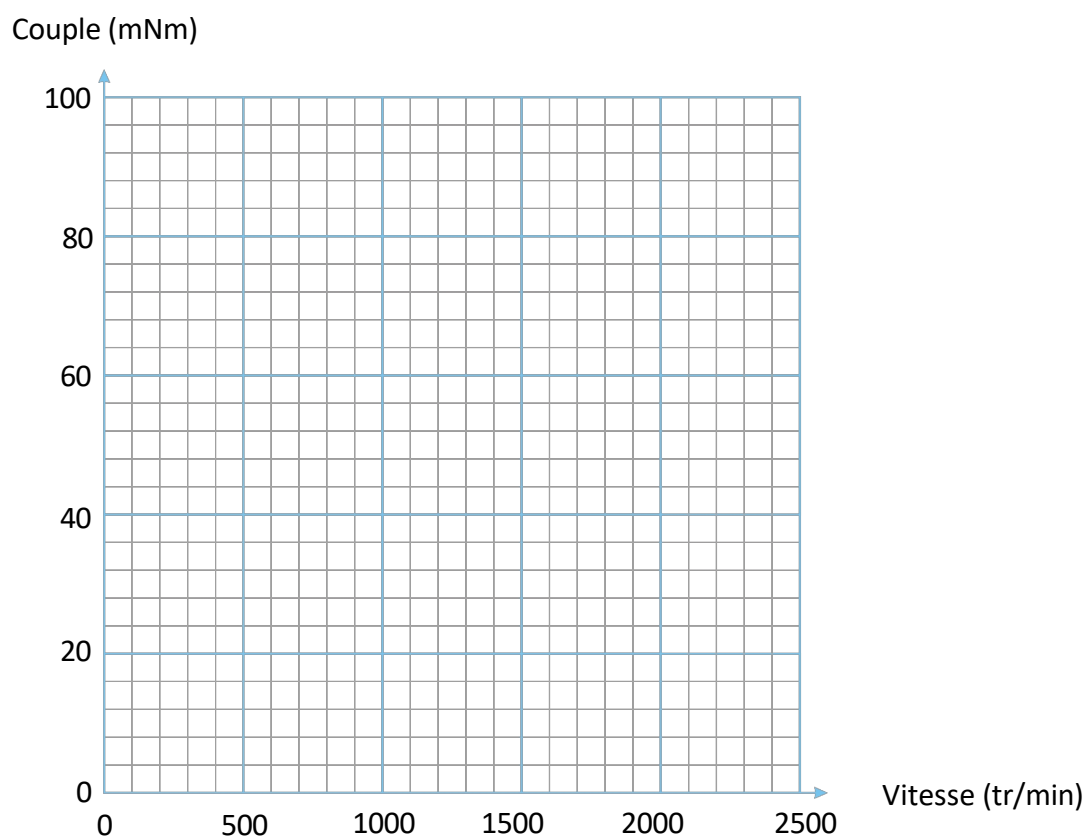
- 1) Installez le moteur sans balais, comme indiqué dans le diagramme ci-dessus. N'oubliez pas de connecter le moteur CC sans balais à l'unité de contrôle avec le câble à 5 broches.
- 2) Sur votre PC, chargez "Open Log_3phase.bat".
- 3) La fréquence initiale étant réglée sur 40 Hz, exécutez le programme pour obtenir une série de mesures.
- 4) Répétez cette étape pour les fréquences d'entraînement de 50, 60, 70 et 80 Hz.
- 5) Sur la page suivante, dessinez les résultats.

Découvrez pourquoi un moteur à courant continu sans balais est alimenté par un courant alternatif triphasé.

[illegible]

Fiche de travail 20

Moteur DC sans balais



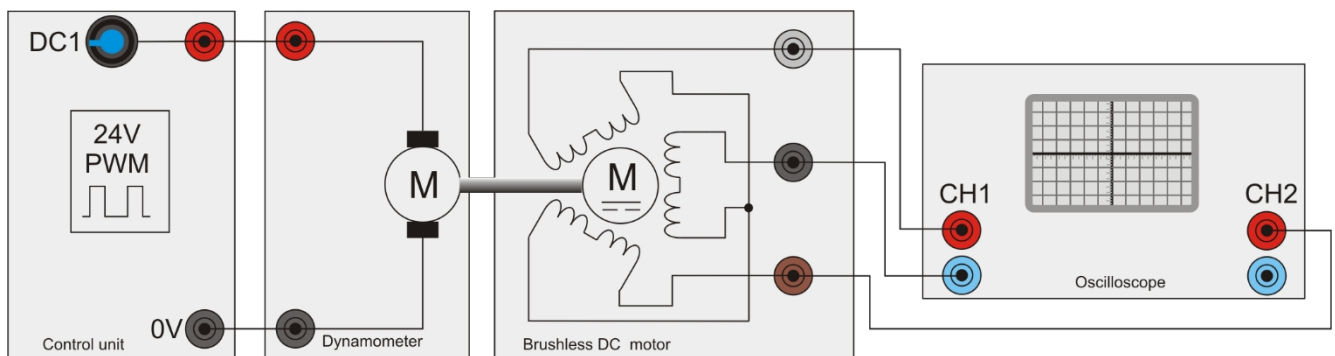
L'effet de la vitesse sur le couple pour différentes valeurs de la fréquence de sortie.

Fiche de travail 21

Générateur triphasé



Nous voyons des petites éoliennes partout.
L'efficacité du triphasé par rapport au monophasé signifie que même les petits aérogénérateurs consomment plus d'énergie que les autres.
des machines triphasées pour produire de l'électricité.



N'utilisez pas d'oscilloscope basé sur un PC.

Dans cette expérience, le moteur CC sans balais agit comme un générateur triphasé. Il est relié mécaniquement au dynamomètre, qui est alimenté par une tension continue.

À vous de jouer :

- 1) Installez le moteur sans balais comme indiqué dans le diagramme ci-dessus.
- 2) Sur votre PC, chargez 'Open Control_DC.bat'.
- 3) Définir un rapport cyclique de 40 % sur la sortie DC1.
- 4) Appuyez sur le bouton "RUN" du logiciel.
- 5) Varier la sortie DC de 40% à 100% par pas de 10%.
- 6) Notez la tension de sortie crête à crête du moteur sans balai et remplissez le tableau de la page suivante.
- 7) Dessinez la forme d'onde triphasée sur la page suivante.
- 8) Quelle est la relation entre la forme d'onde et la vitesse de rotation du moteur ?

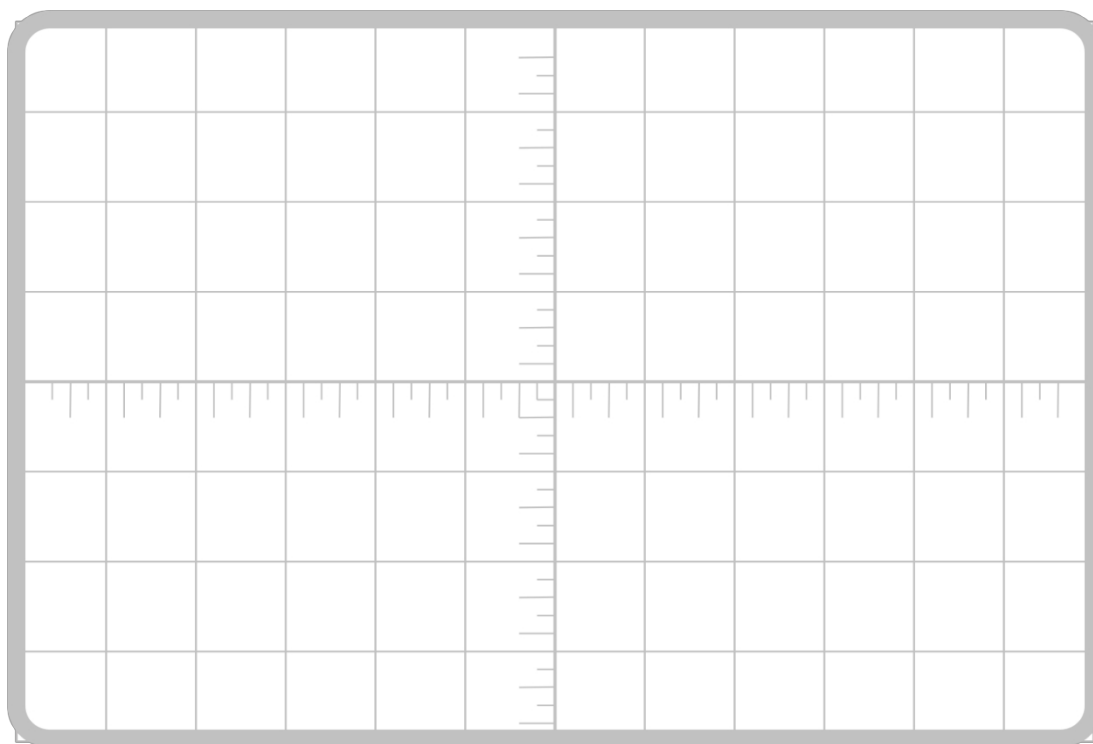
Entraînement du moteur 3p	Vitesse tr/min	Vout de pk à pk
40%		
50%		
60%		
70%		
80%		
90%		
100%		

Et alors ?

L'avantage du moteur sans balais est sa petite taille et le fait qu'il n'y a pas de brosses, ce qui facilite l'entretien.

Fiche de travail 21

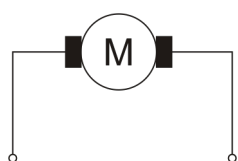
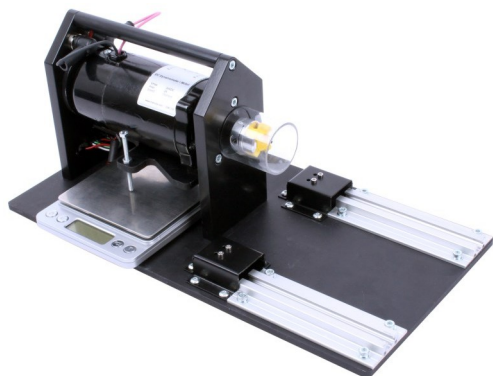
Générateur triphasé



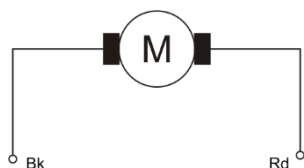
À vous de jouer :

Utilisez les outils disponibles pour étudier le rendement du moteur sans balais et le comparer à celui de le moteur à courant continu.

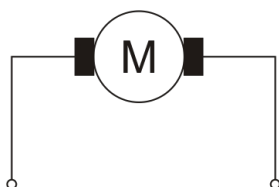
Machine information



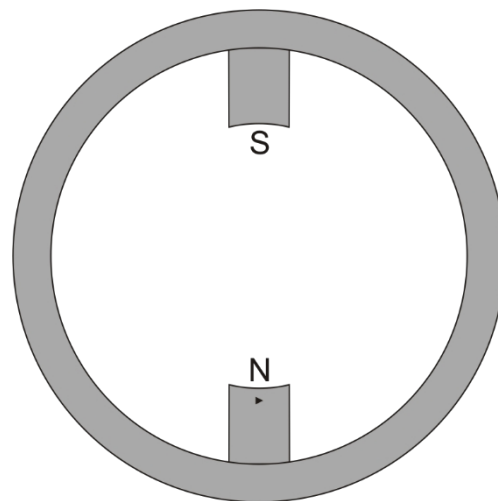
Symbole conventionnel



Circuit réel



**Circuit en
cours
d'utilisation**



Circuit d'enroulement du stator

Connexion

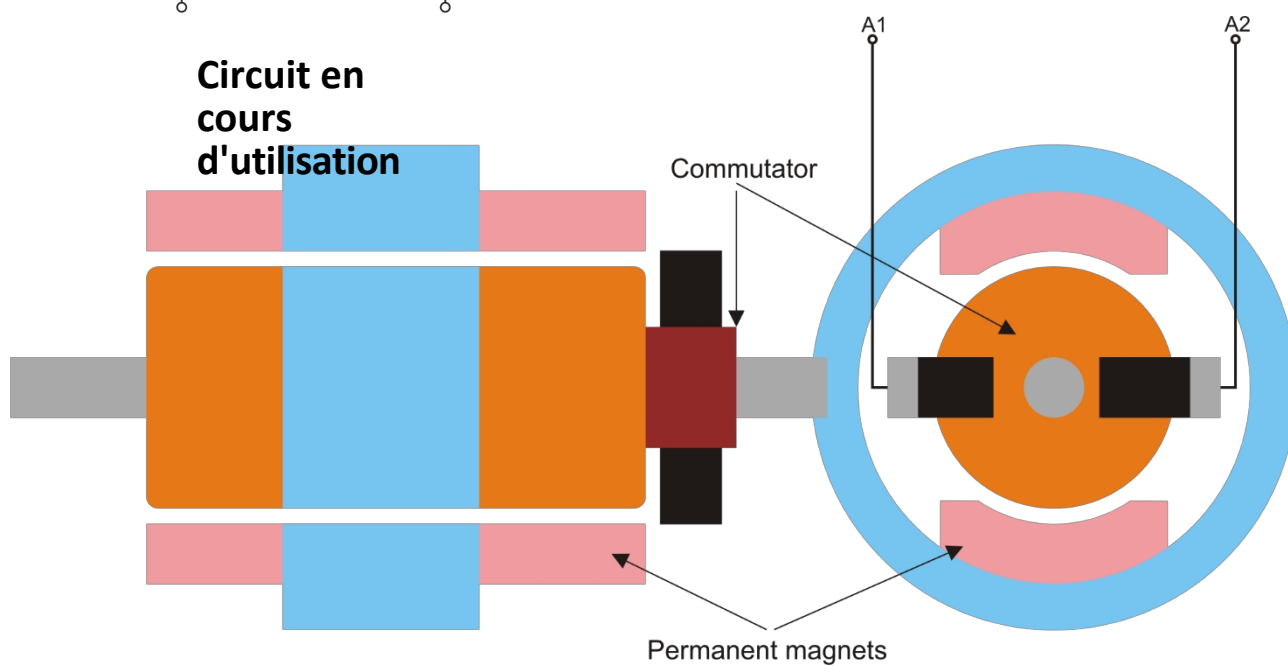
V+

V-

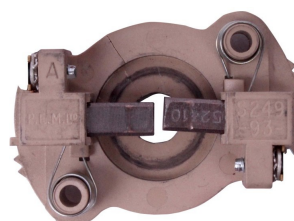
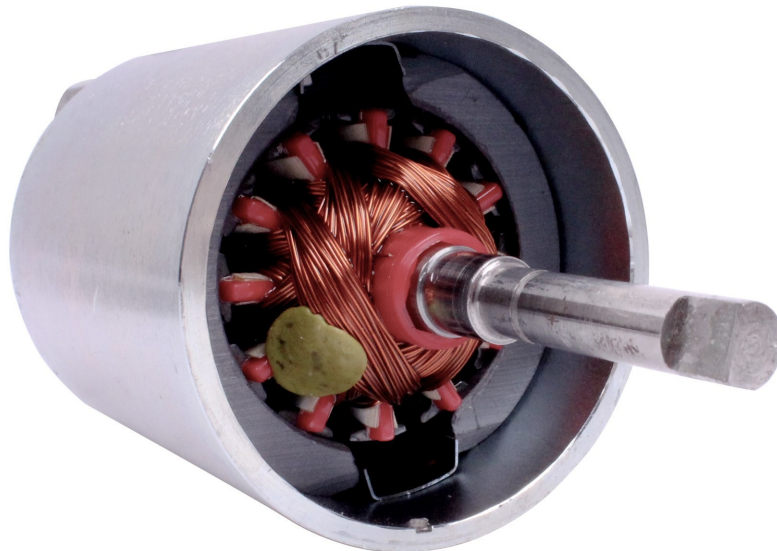
Couleur

Rouge

Noir

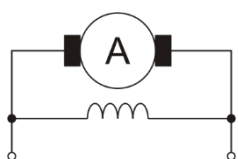


La construction

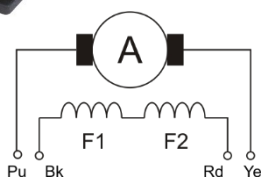


Référence

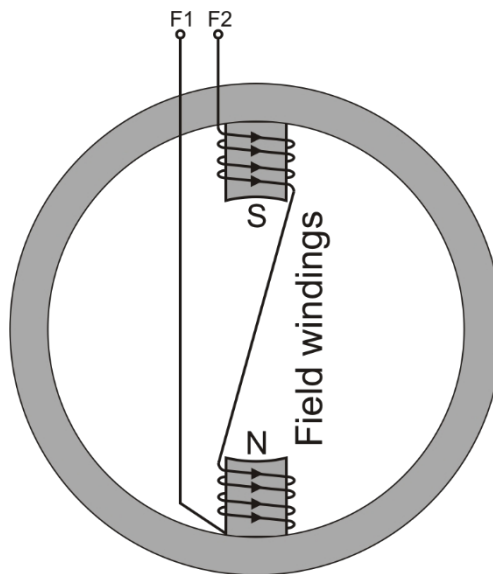
Le moteur shunt



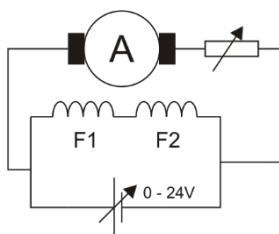
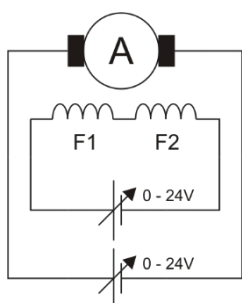
**Conventionnel
symbole**



Circuit réel

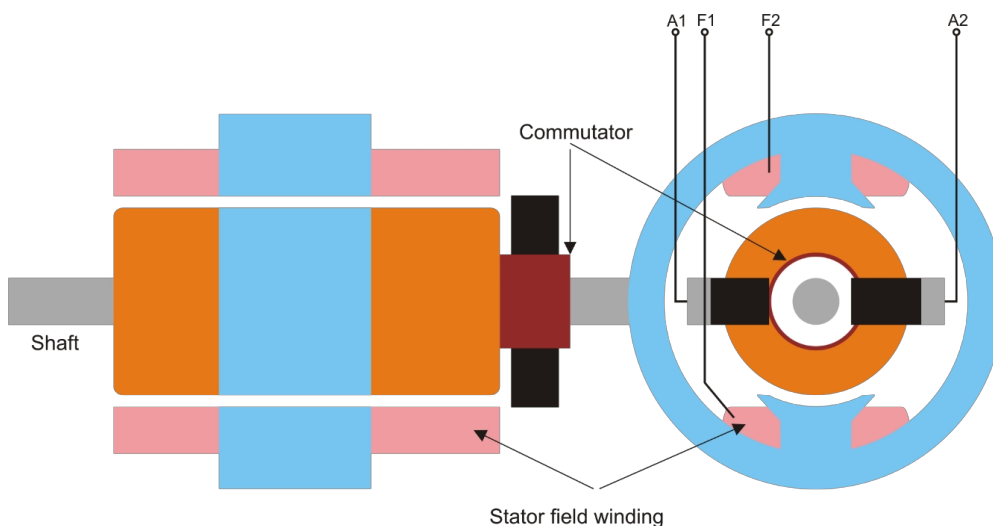


Circuit d'enroulement du stator

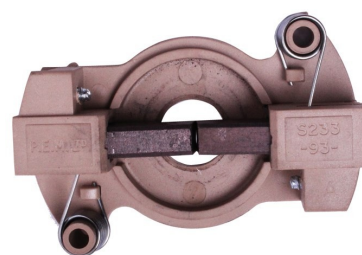


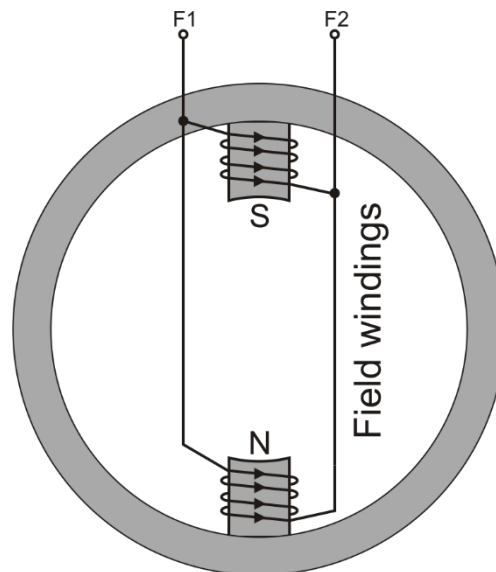
Circuit en cours d'utilisation

Connexion	Couleur
Armature	Pourpre
Armature	Jaune
Bobine de champ	Noir
Bobine de champ	Rouge

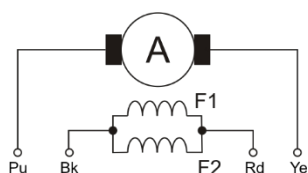
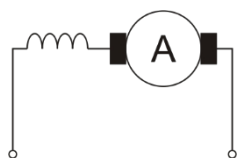


La construction





Circuit d'enroulement du stator



**Conventionnel
symbole**

Circuit réel

Connexion

Couleur

Armature

Pourpre

Armature

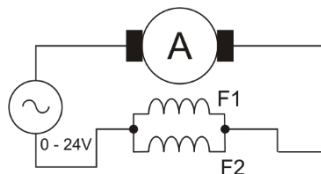
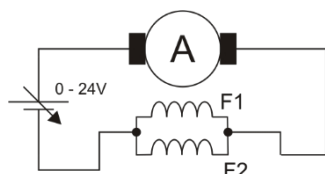
Jaune

Bobine de champ

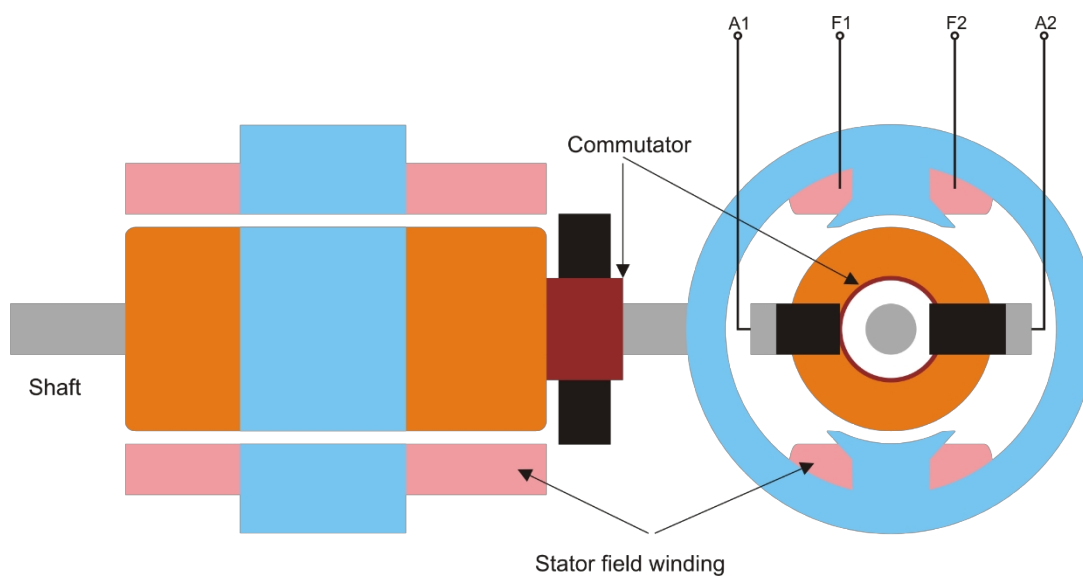
Noir

Bobine de champ

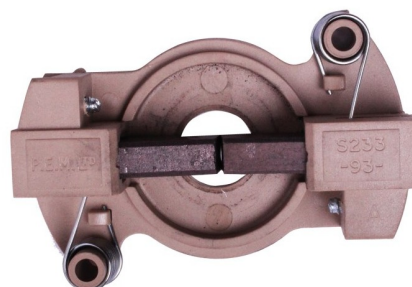
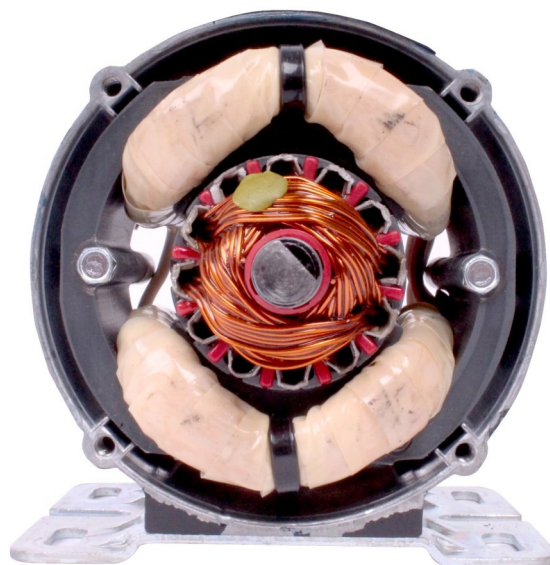
Rouge



Circuit en cours d'utilisation

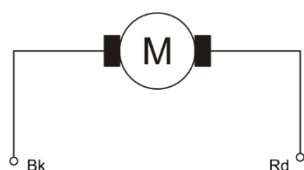


La construction

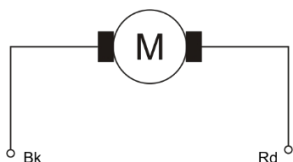


Référence

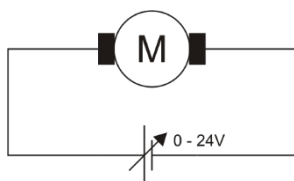
Le moteur à courant continu



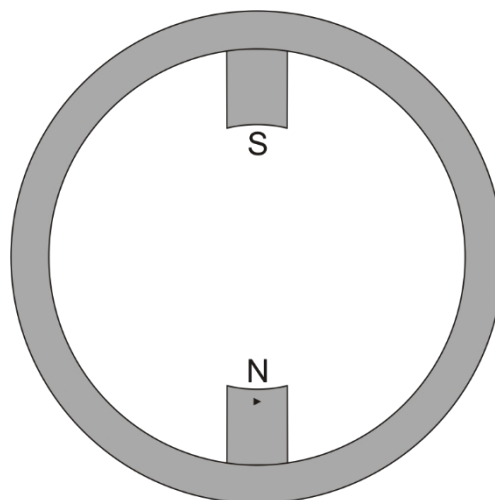
**Symbole
conventionnel**



Circuit réel



**Circuit en cours
d'utilisation**



Circuit d'enroulement du stator

Connexion

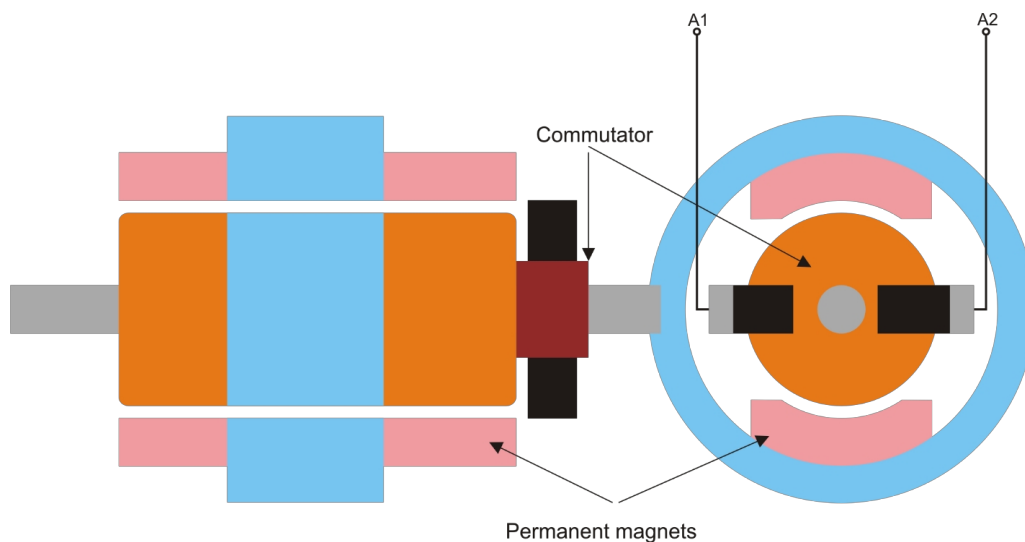
Couleur

V+

Rouge

V-

Noir

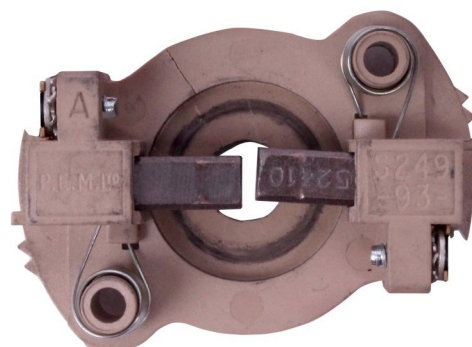
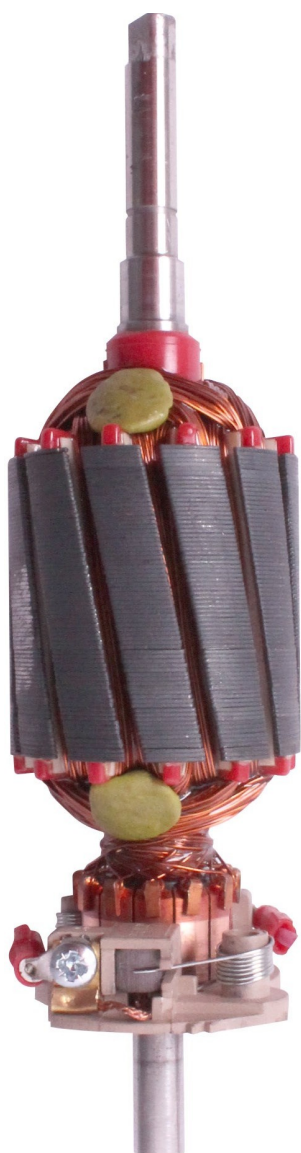
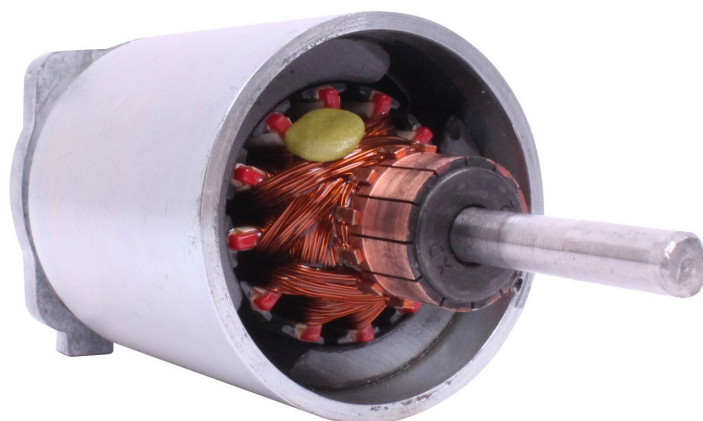


La construction

Référence

Le moteur à courant continu

MATRIX | ELECTRICAL
MACHINES

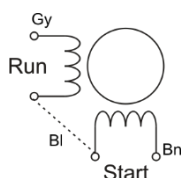


Référence

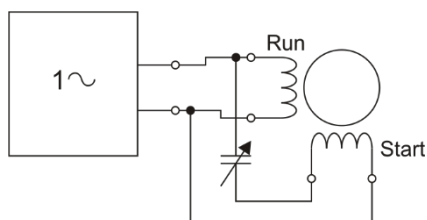
Le moteur asynchrone
monophasé



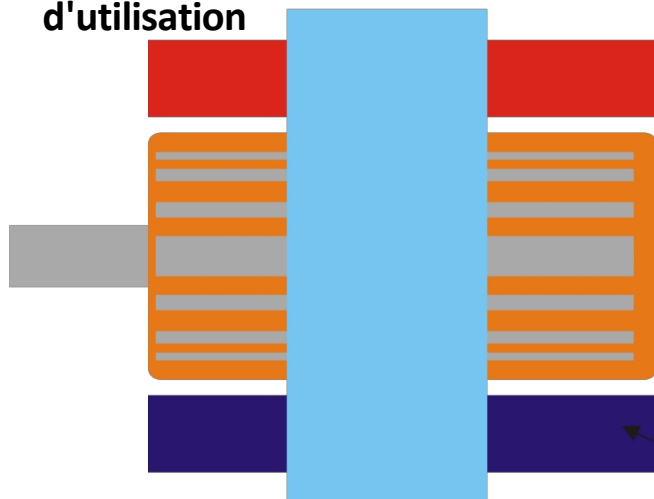
Symbole conventionnel



Circuit réel

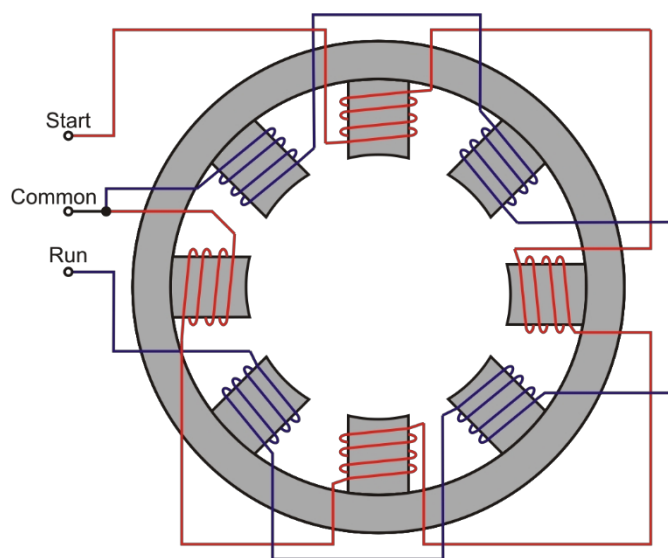


**Circuit en
cours
d'utilisation**



Stator field winding

La construction



Circuit d'enroulement du stator

Connexion

Couleur

Exécuter

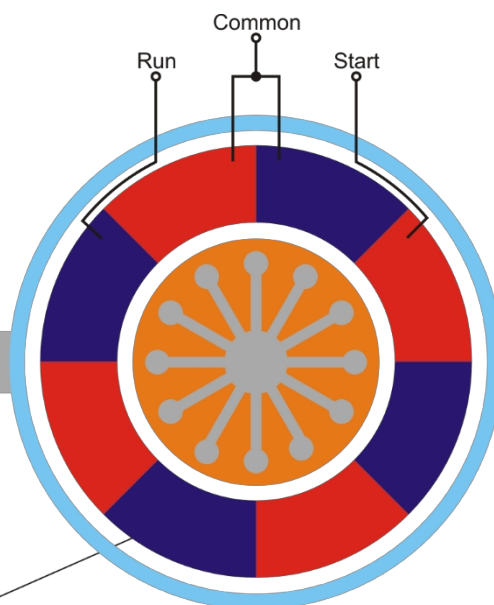
Gris

Démarrage

Marron

Communs

Bleu



Référence

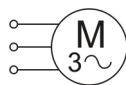
Le moteur asynchrone monophasé

MATRIX | ELECTRICAL
MACHINES

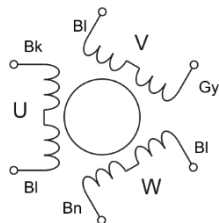


Référence

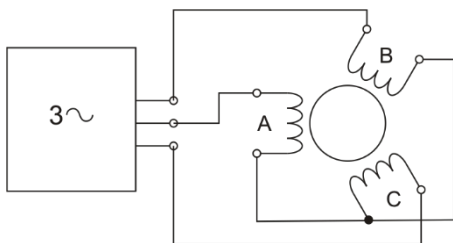
Le moteur à induction triphasé à courant alternatif



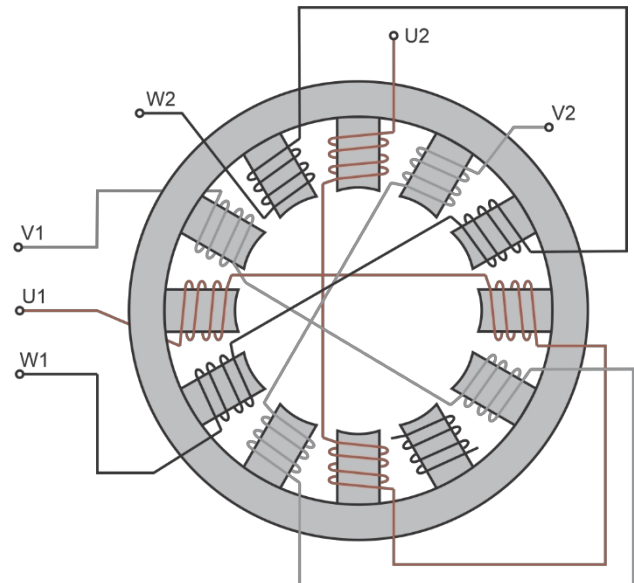
Symbole conventionnel



Circuit réel

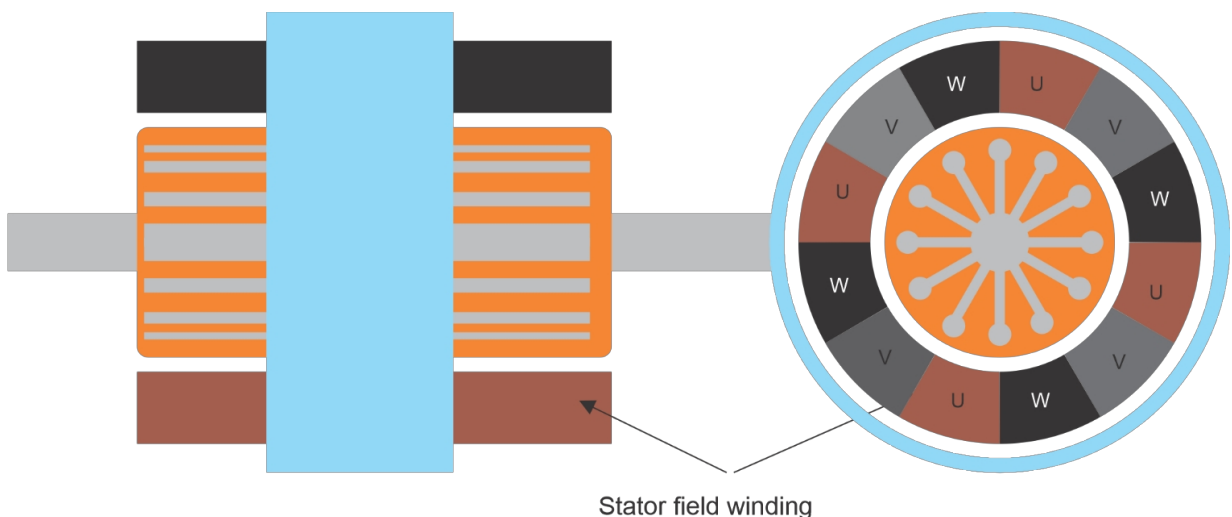


Circuit



Circuit d'enroulement du stator - 2 paires de pôles

Connexion	Couleur
Phase U1	Noir
Phase U2	Bleu
Phase V1	Gris
Phase V2	Bleu
Phase W1	Marro n
Phase W2	Bleu



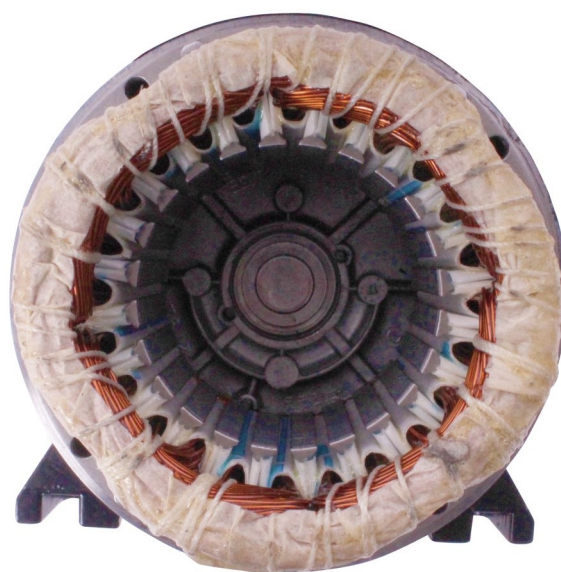
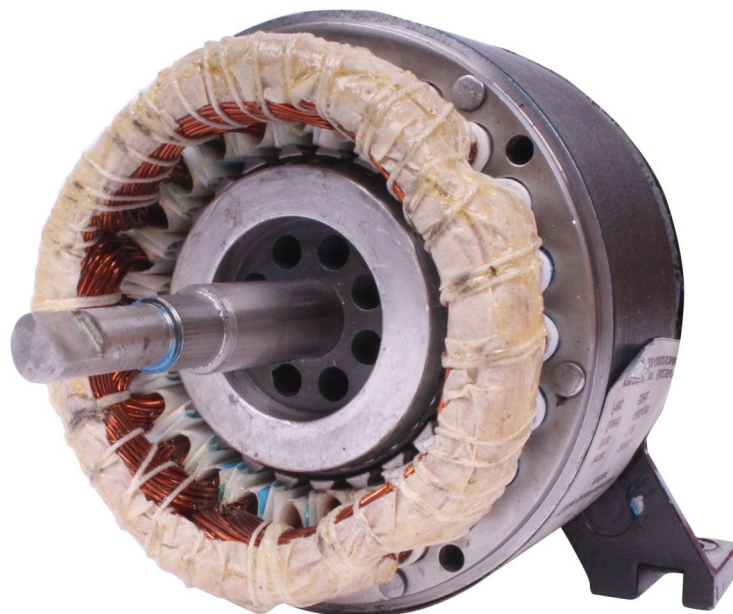
Stator field winding

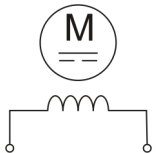
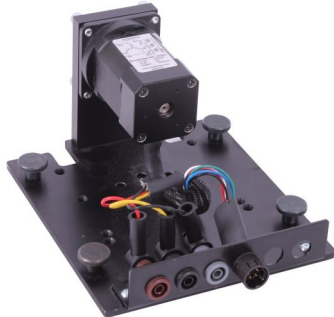
La construction

Référence

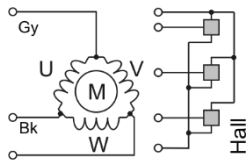
Le moteur à induction triphasé à courant alternatif

MATRIX | ELECTRICAL
MACHINES

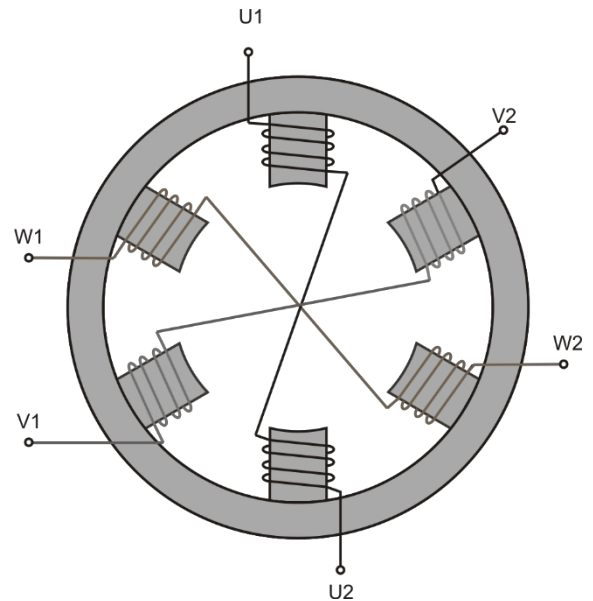




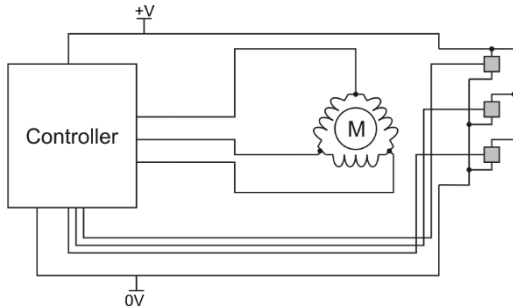
**Conventionnel
symbole**



Circuit réel



Circuit d'enroulement du stator



Circuit en cours d'utilisation

Connexion

Couleur

Phase U

Noir

Phase V

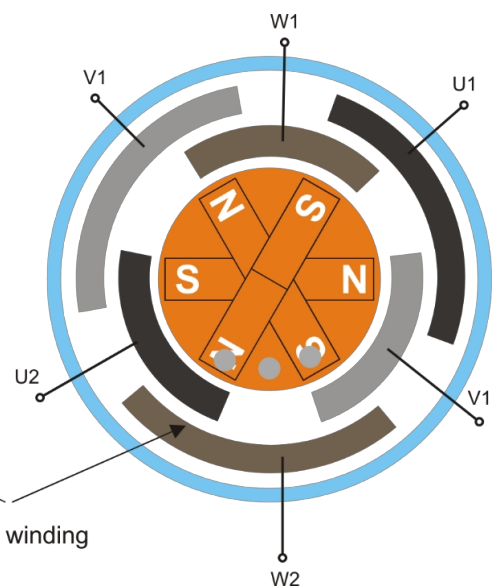
Gris

Phase W

Marron



Stator field winding

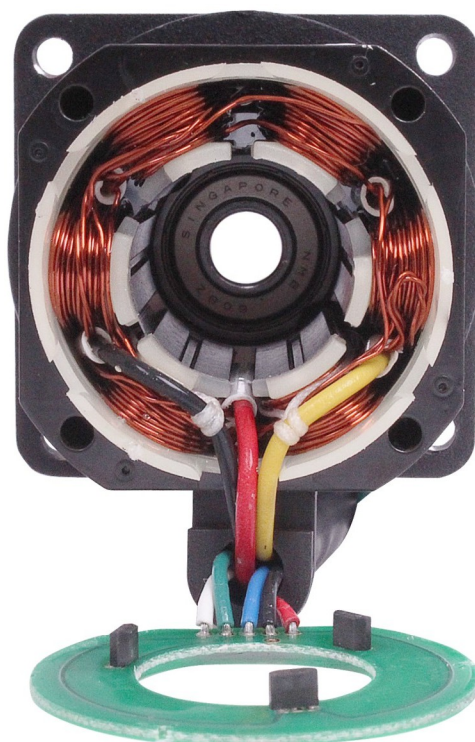
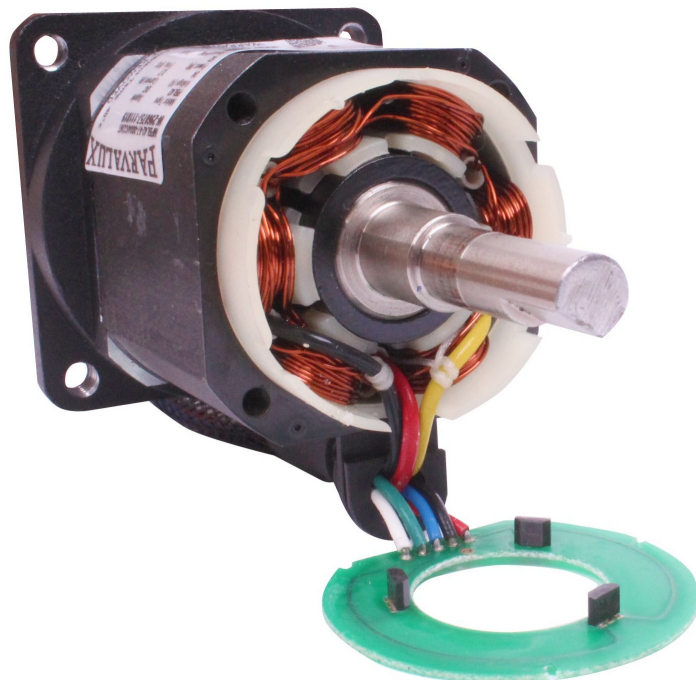


La construction

Référence

Le moteur à courant continu sans balais

MATRIX | ELECTRICAL
MACHINES



Paquet information

Comprendre le système



Le système se compose d'un certain nombre de machines électriques de 24V, d'une unité de contrôle, d'applications logicielles pour piloter l'unité de contrôle et d'un ensemble d'appareils de contrôle.

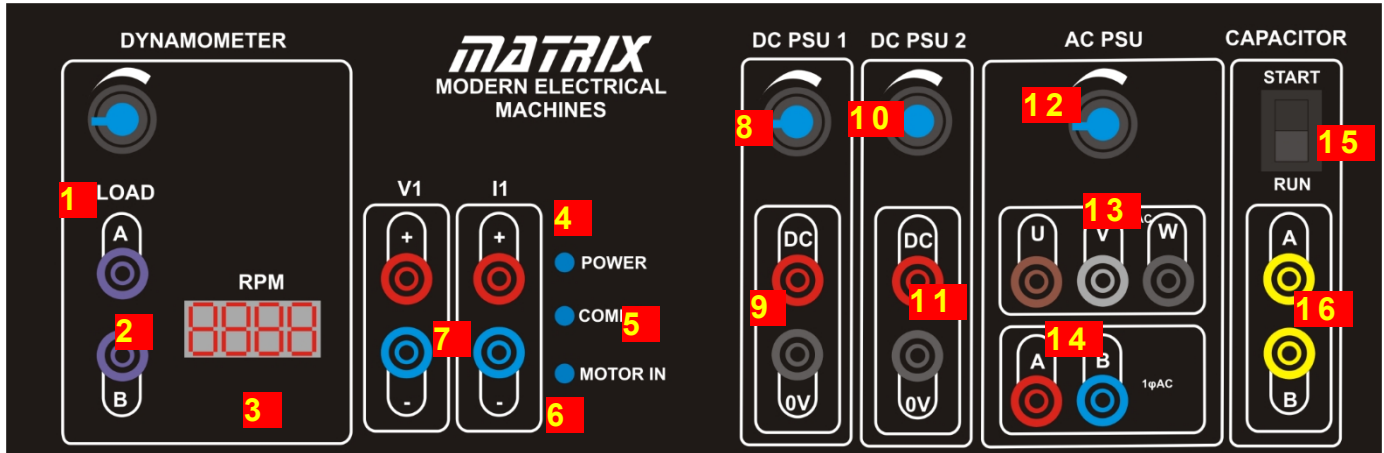
fiches de travail. La photographie ci-dessus montre ces parties. Il s'agit de

- 7) Moteur CC sans balais
- 8) Moteur à courant continu
- 9) Moteur à induction triphasé à courant alternatif
- 10) L'application logicielle fonctionnant sur un PC

- 1) Le dynamomètre et le berceau qui se connecte à l'unité de contrôle à l'aide d'un câble de type D à 25 voies.
- 2) Solde
- 3) Moteur à l'essai - dans ce cas, un moteur à enroulement shunt
- 4) L'unité de contrôle qui se connecte à un PC à l'aide d'un câble USB.
- 5) Un moteur à enroulement en série
- 6) Moteur à induction CA monophasé

Comprendre l'unité de contrôle

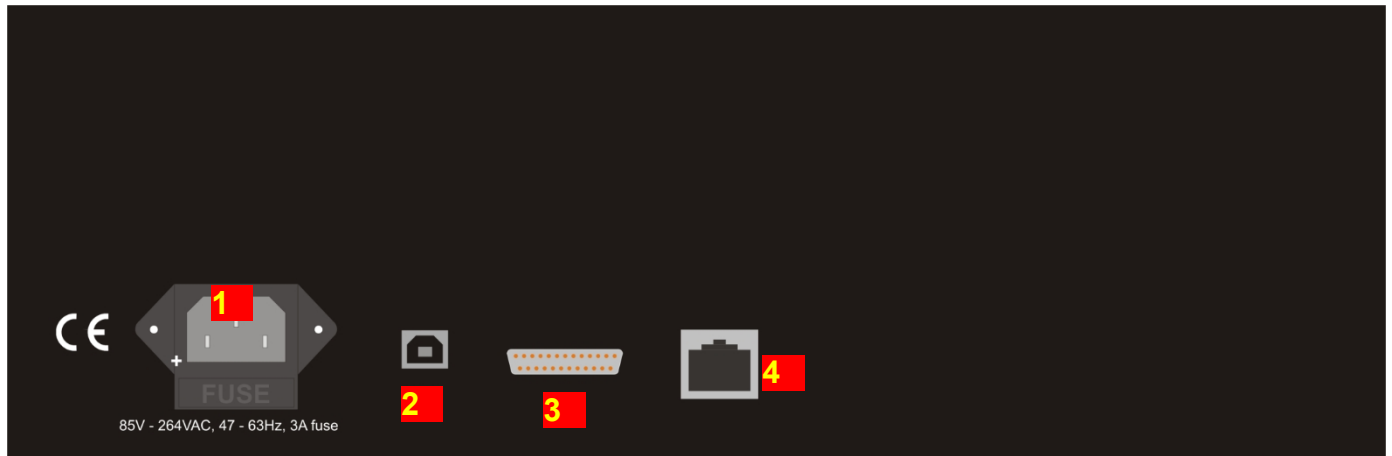
Note - les commandes manuelles sont annulées dès que l'appareil est branché sur un ordinateur.



- 1) La résistance du dynamomètre : elle permet de contrôler la résistance effective placée.
à travers le dynamomètre : une faible résistance électrique signifie une grande résistance mécanique, et une résistance électrique élevée signifie une faible résistance mécanique.
- 2) Les connexions du dynamomètre
- 3) La vitesse du moteur en tours par minute (RPM).
- 4) Le voyant d'alimentation qui indique le contrôle est sous tension.
- 5) Le voyant COMMS qui s'allume lorsque le PC Le logiciel communique avec l'unité de contrôle.
- 6) Le voyant "Motor In" qui indique qu'une machine est physiquement connectée au dynamomètre.
- 7) Les ampèremètres et voltmètres internes con-nections
- 8) Contrôle de la sortie DC 1 Supply.
- 9) Les connexions DC 1.

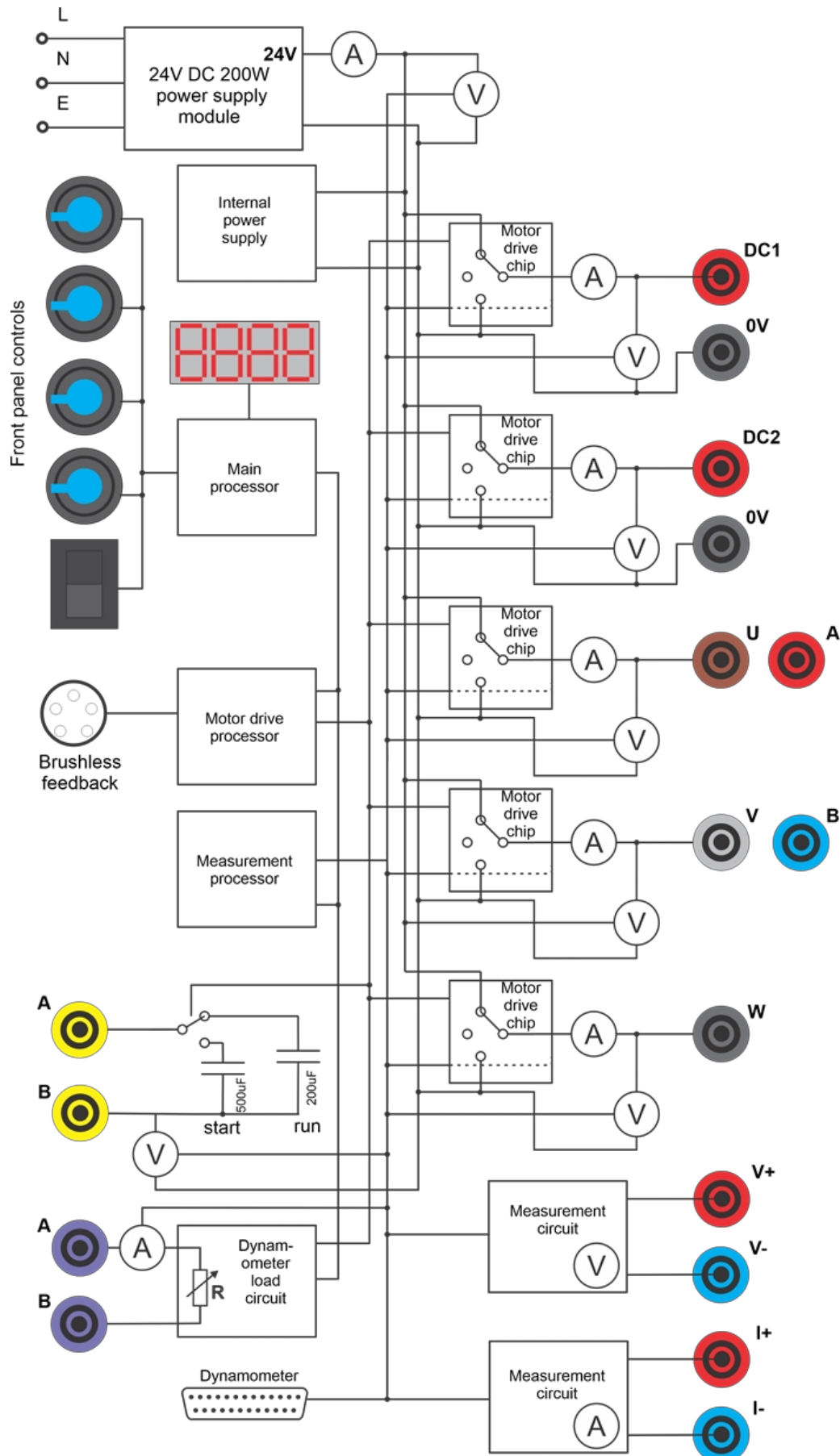
- 10) Contrôle de la sortie DC 2 Supply.
- 11) Les connexions DC2.
- 12) Le contrôle de la fréquence AC
- 13) Les connexions de l'alimentation triphasée
- 14) Les connexions de l'alimentation monophasée
- 15) Le sélecteur de mode du condensateur : il contrôle la valeur interne du condensateur connecté aux bornes A et B. Il y a deux valeurs possibles : la valeur interne du condensateur et la valeur interne du condensateur. Il existe deux valeurs : START, RUN.
- 16) Bornes à capacité variable.

Comprendre l'unité de contrôle



- 1) La fiche d'entrée secteur - l'appareil est alimenté par 240V ou 110V
- 2) Le connecteur USB
- 3) Un connecteur de type D à 25 voies qui est utilisé pour connecter l'unité de contrôle au Dyna- momètre.
- 4) Prise RJ45 pour connexion LAN/internet.

Schéma de l'unité de contrôle



Description de l'unité de contrôle

Veuillez vous référer au schéma de principe de la page précédente.

L'unité de contrôle fournie avec le système Matrix Modern Electrical Machines est l'une des plus modernes au monde. À l'intérieur de l'unité se trouvent trois processeurs distincts : un processeur principal gérant toutes les tâches d'interface utilisateur et de communication, un processeur d'entraînement du moteur gérant toutes les tâches à haute intensité de courant, un processeur d'entraînement du moteur gérant toutes les tâches à haute intensité de courant et un processeur d'entraînement du moteur. Ces trois processeurs utilisent des bus pour communiquer entre eux et entre les différents systèmes de mesure. Ces trois processeurs utilisent des bus pour communiquer entre eux et entre les différents systèmes de mesure. circuits électroniques dans l'unité.

L'une des principales caractéristiques de l'unité de contrôle est que presque tous les éléments de l'unité de contrôle se trouvent à l'intérieur de l'unité.

chaque quantité de l'unité peut être mesurée. Sur le schéma, vous pouvez voir qu'il y a 16 ampèremètres et voltmètres séparés dans le système. Cela permet au logiciel d'instrumentation et à l'utilisateur

De nombreuses options permettent de visualiser ce qui se passe dans un système de machine électrique. La mesure de chaque quantité a lieu des milliers de fois par seconde et peuvent être traitées par des logiciels PC pour afficher une quantité ou une forme d'onde.

Les puces d'entraînement du moteur sont toutes des unités à base de FET à faible tension. Comme vous pouvez le voir sur le schéma, toutes les sorties sont des sorties numériques de 24V. Des algorithmes simples de modulation de largeur d'impulsion sont utilisés pour faire varier la puissance de sortie effective sur les sorties CC. Sur les sorties AC, la modulation de largeur d'impulsion est à nouveau utilisée, mais avec un algorithme pseudo-sinusoïdal plus avancé avec onde de troisième harmonique qui fait varier la puissance de sortie de manière sinusoïdale sur la période de la forme d'onde de sortie. Cette technique est utilisée par les contrôleurs de moteur les plus avancés de l'industrie. Les systèmes de commande de moteur plus anciens, et peut-être moins chers, utilisent parfois une simple forme d'onde de sortie numérique pour la commande.

L'unité comprend deux valeurs de condensateur avec un simple relais pour l'investigation de démarrage / marche pour les moteurs à induction monophasés.

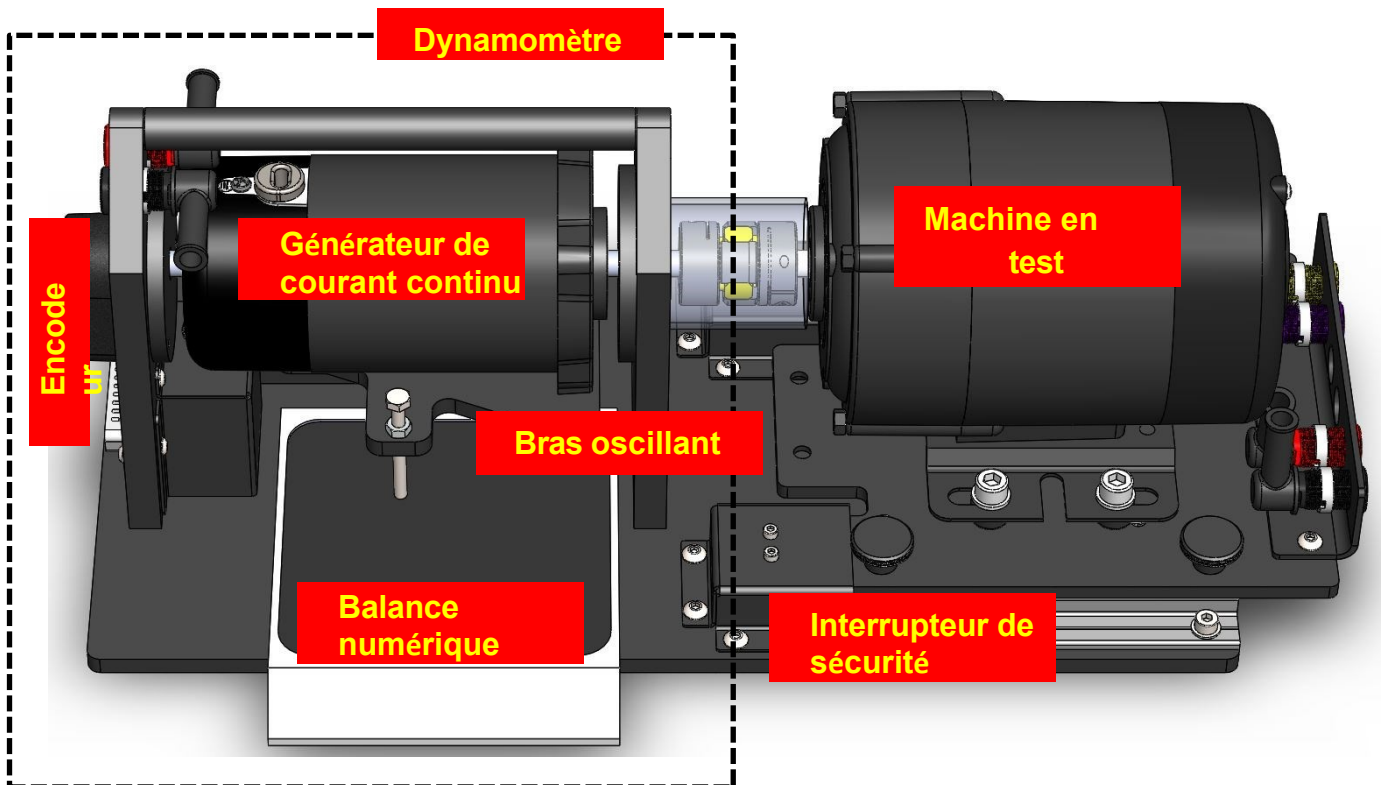
L'appareil comprend également une charge à base de FET pour le dy- namètre, dont la résistance effective est conti- nue. par des logiciels.

moteurs à induction triphasés où les trois sorties sont simplement des sorties numériques déphasées de 120 degrés. Cette sortie numérique est également disponible dans certaines applications logicielles livrées avec le système afin que les étudiants puissent étudier l'efficacité de chaque méthode.

Les sorties de la puce du pilote du moteur peuvent être placées dans l'un des trois états suivants : 24V, 0V et circuit ouvert. Cela permet d'appliquer différentes stratégies de commande lors de la génération de formes d'onde pour la commande de moteurs. Dans le cadre de ce module d'apprentissage, les étudiants étudient le PWM pour la commande de moteurs à courant continu et les ondes pseudo-sinusoïdales pour la commande de moteurs à courant alternatif monophasé. L'unité permet également de générer des ondes pseudo-sinusoïdales plus complexes en six étapes pour piloter un moteur triphasé, ce qui peut être testé à l'aide de l'oscillateur interne multicanal. ainsi qu'un oscilloscope externe. Pour faciliter cette opération en mode AC, une petite impulsion est donnée sur la sortie DC1, ce qui permet à un oscilloscope externe de fonctionner en mode AC. à déclencher pour capturer les différentes formes d'ondes.

Notez que la plupart des ampèremètres et voltmètres internes se trouvent sur la carte Driver de l'appareil. L'ampèremètre et le voltmètre les plus élevés du bloc surveillent l'alimentation de la carte du conducteur, ce qui est affiché dans les applications.

Comprendre le dynamomètre



Un dynamomètre est un instrument qui mesure directement la force produite et la vitesse d'une machine tournante (la force motrice). Le couple et la puissance peuvent être calculés à partir des mesures.

La force et la vitesse sont déterminées. Dans notre cas, la rotation mécanique est produite par l'un des moteurs électriques à courant continu ou alternatif. Ce dynamomètre est un bras oscillant de type absorption / un dynamomètre à balancier, où la force motrice est utilisée pour entraîner un générateur de courant continu auquel est attachée une charge à résistance variable. La force résultante peut être mesurée de deux manières :

- Une balance numérique (illustrée dans l'image ci-dessus) peut être utilisée pour mesurer la force verticale effective sur la balance et donne une lecture en kilogrammes. Cette valeur peut être convertie en newtons et en newtons-mètres - voir ci-dessous.

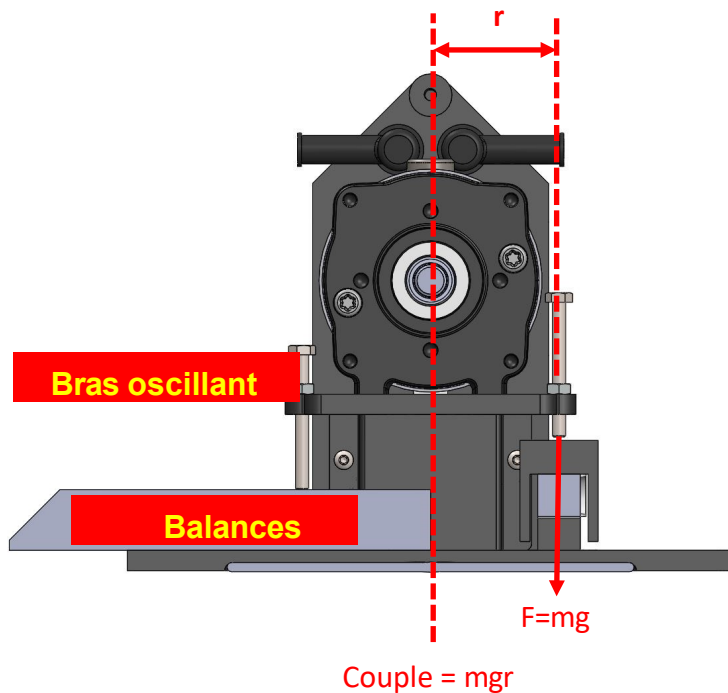
- Une cellule de charge (située derrière le dynamomètre et non montrée sur l'image ci-dessus) connectée à la boîte de contrôle donne les mêmes informations mécanisme. Deux micro-interrupteurs sont prévus sur le dynamomètre - à moins qu'une machine sous test ne soit en place, l'unité de contrôle ne s'activera pas.

Le montant de l'aide est de l'ordre de 1,5 million d'euros, à quelques pour cent près.

Il convient de noter que la rotation du dynamomètre détermine si c'est la balance ou la cellule de charge qui est utilisée. Le contrôle de la direction du mouvement de chaque machine est abordé ci-dessous.

L'encodeur placé sur l'arbre du dynamomètre permet à l'unité de contrôle de détecter la vitesse de rotation. Celle-ci est affichée sur l'unité de contrôle en tours par minute (rpm) et sur l'application logicielle.

Les machines testées sont couplées au dynamomètre à l'aide d'un accouplement logé dans un tube en plastique pour éviter que les vêtements et les cheveux ne se prennent dans le

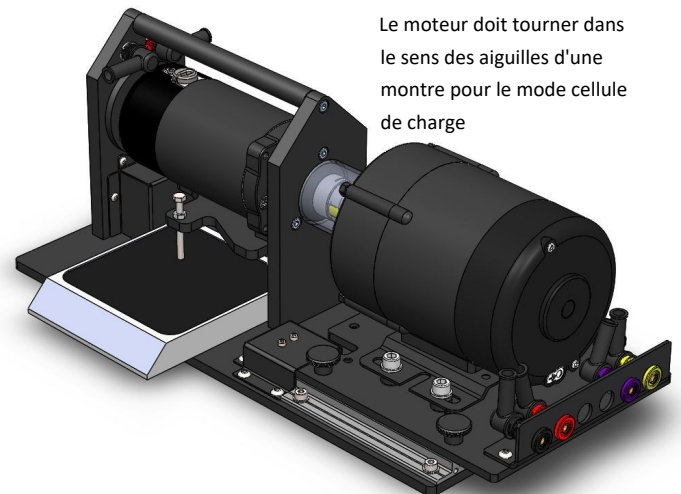


Le dynamomètre tourne dans le même sens que la machine testée. Il fournit une résistance mécanique à la machine testée.

Il génère également une tension et, si une résistance est placée entre les bornes du dynamomètre, il produit un courant.

Si la tension et le courant circulent, une puissance est générée - un travail est effectué. Plus la puissance générée par le dynamomètre est importante, plus la machine testée doit générer de puissance mécanique.

Nous testons les machines électriques pour comprendre leurs propriétés et savoir quand utiliser les différents types de machines. La façon dont nous les testons est la suivante : varier leur vitesse et la puissance mécanique qu'ils doivent générer. Le dynamomètre et l'unité de contrôle nous permettent de le faire.



Le moteur doit tourner dans le sens des aiguilles d'une montre pour le mode cellule de charge

Le moteur doit tourner dans le sens inverse des aiguilles d'une montre pour le mode échelle numérique.

Le dynamomètre est composé d'un moteur à courant continu et d'un berceau. Le moteur à courant continu fait également office de générateur. Le berceau suspend la machine à courant continu à deux roulements qui permettent au corps de la machine de tourner. La force exercée sur la cellule de charge (ou la balance numérique (lorsque le moteur tourne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre)) crée un poids sur le capteur de pesage ou sur la balance numérique lorsque le moteur tourne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.

(qui représente la masse). Si le bras oscillant est parfaitement équilibré et horizontal lorsqu'il est au repos, la force produite sur la cellule de charge ou la balance numérique est $\text{Force} = \text{masse} \times 9,81 \text{ m/s}^2$. Le couple peut être calculé à partir de la formule $\text{Couple} = \text{Force} \times \text{Distance}$. Dans ce cas, la distance est celle qui sépare le centre de rotation du générateur de l'axe d'action du bras oscillant. Pour le dynamomètre Matrix, $r = 38,12 \text{ mm}$. Les calculs sont décrits plus en détail ci-dessous.

Logiciel Informations

Matériel : modes d'utilisation



L'équipement Modern Electrical Machines peut être utilisé de deux manières :

Mode manuel - sans logiciel

Lorsqu'aucun câble USB n'est branché sur l'appareil, celui-ci est en mode manuel. Cela permet aux utilisateurs de contrôler les sorties d'alimentation DC et AC à l'aide des potentiomètres situés à l'avant de l'unité. Le démarrage / la marche du condensateur est con-

Le mode manuel est utile pour enseigner aux étudiants les bases du contrôle des machines électriques et sera utile lorsqu'il est utilisé avec des multimètres à valeur efficace réelle pour mesurer les tensions et les courants. Le mode manuel est utile pour enseigner aux étudiants les bases du contrôle des machines électriques et sera utile lorsqu'il est utilisé avec des multimètres à valeur efficace vraie pour mesurer les tensions et les courants.

En mode manuel, nous utilisons une petite balance pour mesurer le couple. Le bras oscillant du dynamomètre a deux modes d'utilisation : lorsqu'il tourne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, il exerce une pression sur le bras oscillant la balance. Lorsqu'elle tourne dans le sens des aiguilles d'une montre, elle appuie sur la cellule de charge pour une mesure informatisée. Il suffit à l'utilisateur d'inverser la direction du mouvement de la machine testée pour changer le sens de rotation.

Mode logiciel

Lorsque le câble USB est branché sur l'unité de contrôle, les commandes du panneau avant sont désactivées. Six applications logicielles distinctes sont à la disposition de l'utilisateur pour réaliser des expériences avec les différentes machines.

Comprendre le logiciel



Applications

Six applications différentes sur PC sont livrées avec l'appareil. Chacune d'entre elles est un fichier exécutable autonome '*.BAT'. Les pilotes de l'unité de contrôle doivent être installés, mais pas les applications. Ces applications sont les suivantes

Ouvrir Control_DC.bat : pour la mesure directe du courant continu.
pour les moteurs à courant continu.

Ouvrir Log_DC.bat : pour collecter les données de vitesse et de couple et enregistrer les résultats pour les moteurs à courant continu.

Open Control_1Phase.bat : pour la mesure directe des machines à induction à courant alternatif monophasé.

Open Log_1Phase.bat : pour collecter les données de vitesse et de couple et enregistrer les résultats pour les machines à induction à courant alternatif monophasé.

Open Control_3Phase.bat : pour la mesure directe des moteurs à induction triphasés et des moteurs CC sans balais.

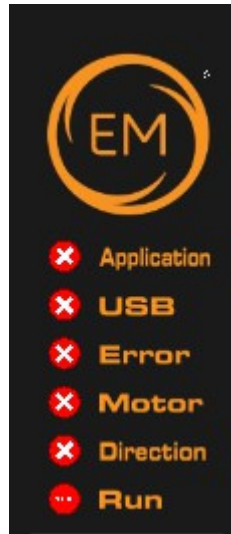
Open Log_3Phase.bat : pour recueillir des données sur la vitesse et le couple et enregistrer les résultats pour les moteurs à induction triphasés et les moteurs à courant continu sans balais.

Elles sont expliquées ci-dessous.

Une API à utiliser avec LabView ou MATLAB est également disponible.

Les noms de ces applications peuvent varier légèrement au fur et à mesure des mises à jour.

Drapeaux logiciels



Chaque application dispose d'un ensemble de drapeaux logiciels qui s'affichent en haut à gauche. Ces indicateurs sont les suivants

Application : vert lorsque l'application est en mode lecture.

USB : Vert lorsqu'une connexion USB est établie.

entre l'unité de contrôle et le PC.

Erreur : rouge lorsqu'il y a une erreur dans l'unité de contrôle. Le plus souvent, il s'agit d'une erreur de surintensité. L'appareil est capable de fournir une puissance de 100 watts. Lorsque cette puissance est dépassée, l'appareil s'arrête. Dans ce cas, vous devez réduire la tension de sortie et réessayer.

Moteur : vert lorsque les micro-interrupteurs du dynamomètre sont activés par la présence d'une machine à tester. L'appareil ne fonctionnera pas sans la présence d'une machine à tester.

Sens : vert lorsque le sens de rotation est celui des aiguilles d'une montre, ce qui permet d'appuyer sur la touche capteur de couple.

Run (Marche) : vert lorsque l'interrupteur de marche est déclenché.

Comprendre le logiciel



Deux types d'applications logicielles sont fournis avec le cours sur les machines électriques :

- Contrôle manuel
- Automatique

Les applications de contrôle manuel vous permettent de régler manuellement tous les paramètres à l'intérieur du boîtier de contrôle. Les applications automatiques vous permettent de prendre automatiquement plusieurs séries de mesures pour produire des graphiques de vitesse et de couple. Cette page et les 5 pages suivantes présentent la disposition des écrans et des commandes. Le nom de fichier de ce programme est "Open Control_DC.bat" et il est destiné aux mesures manuelles de courant continu.

- 1) Contrôle du programme - appuyer sur "PLAY" pour commencer
- 2) Les drapeaux pour l'application en cours, les communications USB et le moteur en place, etc.
Le boîtier ne démarrera pas tant qu'il n'y aura pas de coches vertes.

- 3) Sortie DC1 - montre le rapport cyclique PWM pour la sortie DC 1 avec la tension et le courant.
- 4) Interrupteur marche/arrêt - il faut appuyer pour éteindre - met en marche
- 5) Sortie DC2 - indique le rapport cyclique PWM pour la sortie DC 2
- 6) Compteur pour bornes de courant
- 7) Compteur pour bornes de tension
- 8) La charge du dynamomètre en %
- 9) Vitesse du dynamomètre en RPM
- 10) Couple en mNm
- 11) Puissance du dynamomètre en watts
- 12) Oscilloscope
- 13) Propriétés du programme et du champ d'application.

Logiciel DC automatique



Le nom du fichier de ce programme est "Open Log_DC.bat".

- 1) Contrôle du programme - appuyer sur "PLAY" pour commencer
- 2) Les drapeaux pour l'application en cours, les communications USB et le moteur sont en place. Le boîtier ne démarrera pas tant que ces trois éléments n'auront pas affiché des coches vertes.
- 3) Sortie DC1 - indique le rapport cyclique PWM pour le courant continu sortie 1
- 4) Sweep - prend une série de mesures en balayant le dynamomètre de 0-% à 100%.
- 5) Les interrupteurs RUN et SWEEP.
- 6) Sortie DC2 - indique le rapport cyclique PWM pour la sortie DC 2
- 7) Compteurs pour DC 1 - Valeurs RMS
- 8) Compteurs pour DC 2 - Valeurs RMS
- 9) La charge du dynamomètre en %
- 10) Vitesse du dynamomètre en RPM

11) Couple en mNm

12) Puissance du dynamomètre en watts

13) Ampèremètre et voltmètre internes V1 et I1

14) Graphique à l'écran des données de la parcelle

15) Bouton d'effacement du graphique/journal

16) Propriétés du programme

Lorsque l'on appuie sur le bouton Run, le boîtier de commande - à la tension spécifiée sur DC1 et DC2 prendre des mesures de 0 à 100 % de charge par paliers de 2 %. Les résultats seront stockés dans le fichier

LOG_DC1.CSV pour le traçage dans Excel.

Pendant que les relevés sont effectués, le bouton on

Le graphique de l'écran affichera un tracé approximatif afin que vous puissiez vous assurer que vous obtenez des données valides. Jusqu'à 8 ensembles de données peuvent être capturés et affichés en même temps.

Manuel CA monophasé



Le nom du fichier de ce programme est "Open Con- trol_1Phase.bat

- 1) Contrôle du programme - appuyer sur "PLAY" pour commencer
- 2) Les drapeaux pour l'application en cours, les communications USB et le moteur sont en place. Le boîtier ne démarrera pas tant que ces trois éléments n'auront pas affiché des coches vertes.
- 3) Fréquence de sortie
- 4) Sortie tension AC
- 5) SINE/DIGITAL : sortie d'onde sinusoïdale ou carrée.
- 6) CAP START/CAP RUN : sélectionne la valeur interne du ca- paciteur.
- 7) Interrupteur RUN - il faut appuyer sur cet interrupteur pour mettre les sorties en marche.
- 8) Compteurs pour les sorties - valeurs RMS
- 9) La charge du dynamomètre en %
- 10) Vitesse du dynamomètre en RPM
- 11) Couple en mNm
- 12) Puissance du dynamomètre en watts
- 13) V RÉELLE / V EFFECTIVE : indique la tension sur le graphique en termes réels ou en termes effectifs.
- 14) PHASE / TEMPS : affiche l'axe X en degrés ou en mS
- 15) CAPTURE : capture une forme d'onde
- 16) Oscilloscope / zone de tracé graphique
- 17) Ampèremètre et voltmètre internes V1 et I1
- 18) Contrôle des propriétés

Référence

Automatique AC monophasé



Le nom du fichier de ce programme est "Open Log_1Phase.bat".

- 1) Contrôle du programme - appuyer sur "PLAY" pour commencer
- 2) Les drapeaux pour l'application en cours, les communications USB et le moteur sont en place. Le boîtier ne démarrera pas tant que ces trois éléments n'auront pas affiché des coches vertes.
- 3) Fréquence de sortie
- 4) Tension de sortie
- 5) Interrupteur de marche - démarre l'enregistrement automatique des données
- 6) Mode d'entraînement - la valeur par défaut est pseudo-sinusoidale, la valeur activée est trap- ezoïdale
- 7) Le commutateur CAP START / RUN contrôle la valeur du condensateur interne sur les bornes du condensateur variable.

8) SWEEP : démarre la fonction de balayage

9) Compteurs pour la sortie - Valeurs RMS

10) La charge du dynamomètre en %

11) Vitesse du dynamomètre en RPM

12) Couple en mNm (le commutateur zéro est utilisé au démarrage)

13) Puissance du dynamomètre en watts

14) Ampèremètre et voltmètre internes V1 et I1

15) Graphique à l'écran des données de la parcelle

16) Bouton d'effacement du graphique/journal

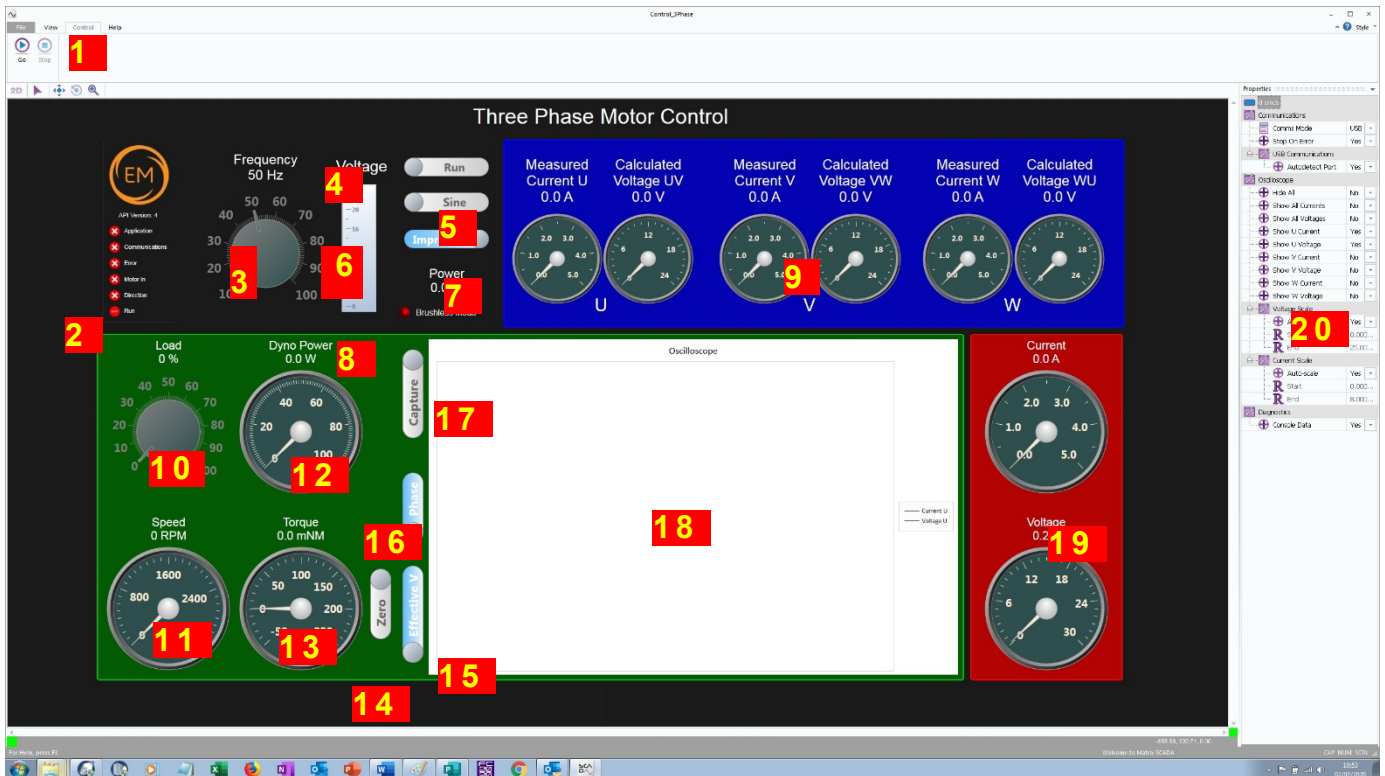
17) Bouton de mise à zéro du couple

18) Propriétés

LOG_1phase.CSV pour le traçage dans Excel.

Pendant que les relevés sont effectués, le bouton on Le graphique de l'écran montrera un tracé approximatif afin que vous puissiez être sûr d'obtenir des données valides.

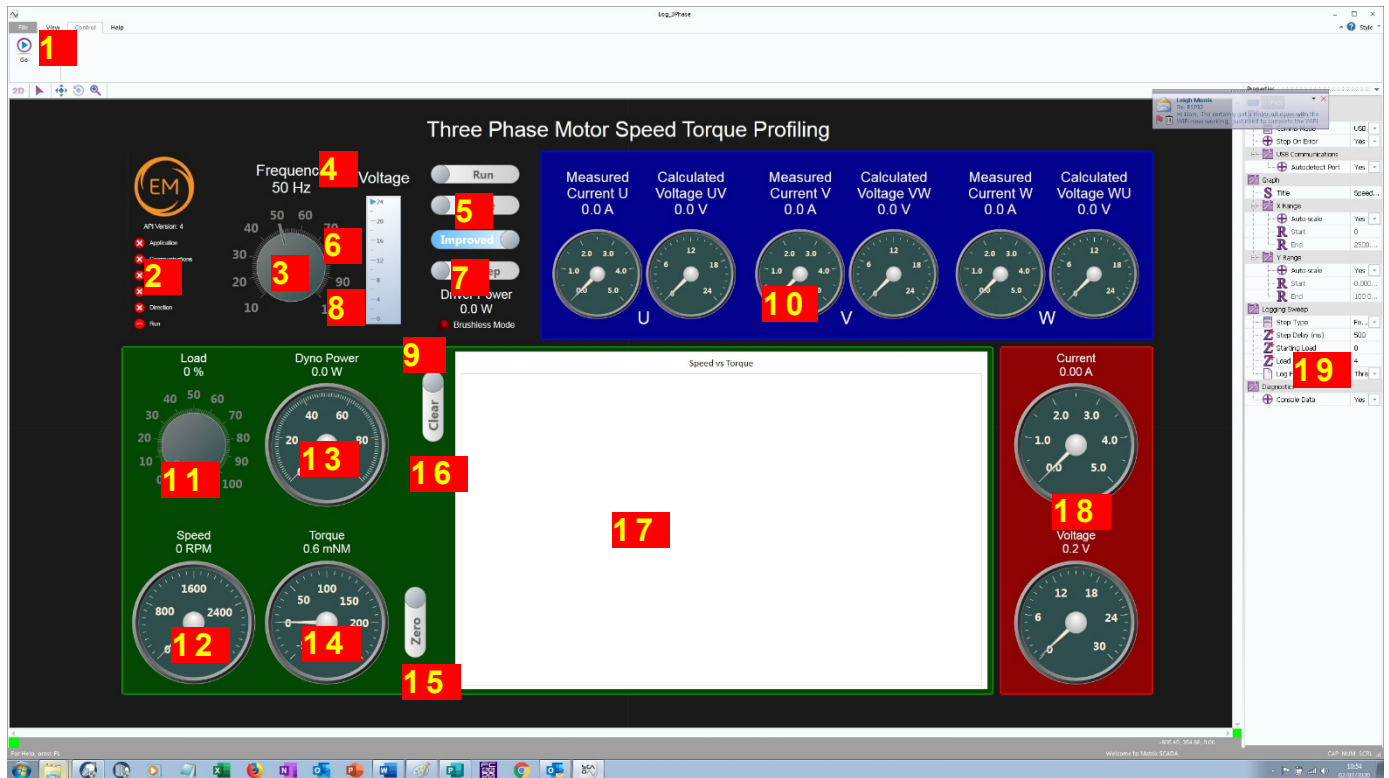
Manuel CA triphasé



Le nom du fichier de ce programme est "Open Con- trol_3Phase.bat

- 1) Contrôle du programme - appuyer sur "PLAY" pour commencer
 - 2) Les drapeaux pour l'application en cours, les communications USB et le moteur sont en place.
 - 3) Fréquence de sortie
 - 4) RUN : il faut appuyer sur cette touche pour activer les sorties
 - 5) SINE / DIGITAL : sortie sinusoïdale ou carrée
 - 6) Sortie 20V / 12V : modifie la tension de sortie
 - 7) AMÉLIORÉ / STANDARD : modifie la qualité de la forme d'onde de sortie
 - 8) MODE BRUSHLESS : indique qu'il s'agit d'un moteur sans balais.
est branché
 - 9) Compteurs pour la sortie - Valeurs RMS
 - 10) La charge du dynamomètre en %
 - 11) Vitesse du dynamomètre en RPM
 - 12) Puissance du dynamomètre en watts
 - 13) Couple en mNm
 - 14) ZERO : met le capteur de couple à zéro
 - 15) REAL/EFFECTIVE : règle la façon dont le graphique représente la forme d'onde de sortie.
 - 16) PHASE / TEMPS : affiche l'axe X en degrés ou en mS
 - 17) CAPTURE : capture une forme d'onde.
 - 18) Zone de tracé de l'oscilloscope
 - 19) Ampèremètre et voltmètre internes V1 et I1
 - 20) Propriétés
- Cette application fait fonctionner le moteur triphasé et le moteur à courant continu sans balais

Triphasé AC automatique



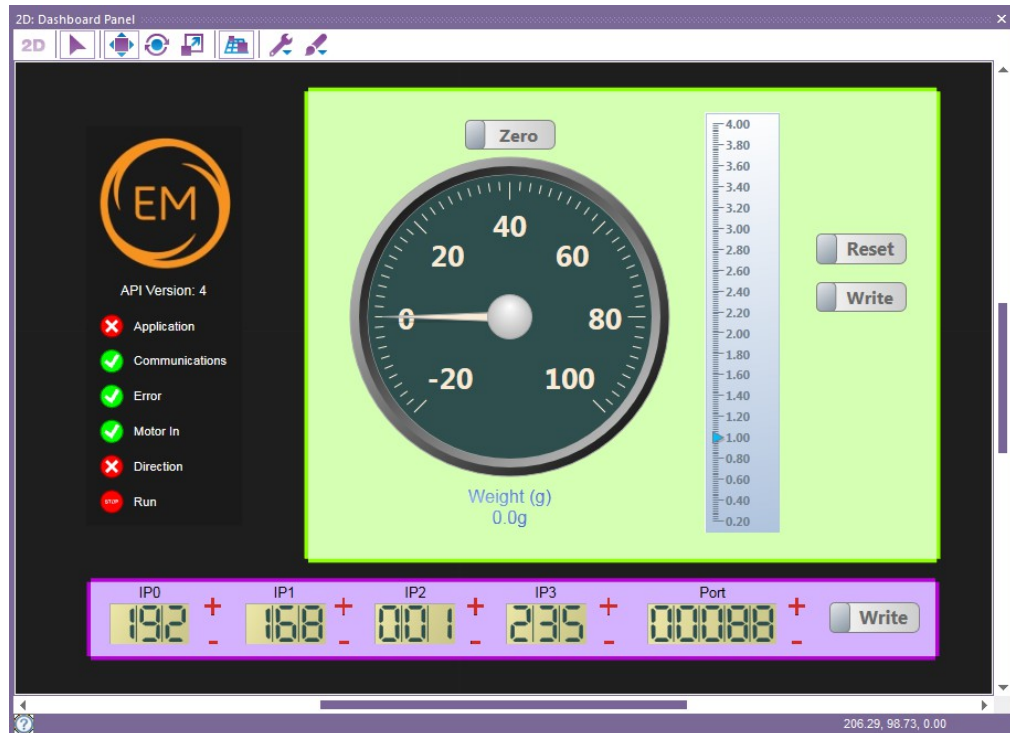
Le nom du fichier de ce programme est "Open Log_3Phase.bat".

- 1) Contrôle du programme - appuyer sur "PLAY" pour commencer
- 2) Drapeaux pour l'application en cours, les communications USB et le moteur en place.
- 3) Fréquence de sortie
- 4) RUN : il faut appuyer sur cette touche pour lancer le programme
- 5) SINE / DIGITAL : sortie sinusoïdale ou carrée
- 6) Sortie 20V / 12V : modifie la tension de sortie
- 7) AMÉLIORÉ / STANDARD : modifie la qualité de la forme d'onde de sortie
- 8) SWEEP : démarre la fonction de balayage
- 9) MODE BRUSHLESS : indique que le moteur sans balais est branché.
- 10) Compteurs pour la sortie - Valeurs RMS
- 11) La charge du dynamomètre en %

- 12) Vitesse du dynamomètre en RPM
- 13) Puissance du dynamomètre en watts
- 14) Couple en mNm
- 15) ZERO : met le capteur de couple à zéro
- 16) Bouton d'effacement du graphique/journal
- 17) Graphique à l'écran des données de la parcelle
- 18) Ampèremètre et voltmètre internes V1 et I1
- 19) Propriétés

Cette application fait fonctionner le moteur triphasé et le moteur à courant continu sans balais. Lorsque l'on appuie sur le bouton SWEEP, le boîtier de commande effectue, à la fréquence de sortie spécifiée, des relevés de 0 à 100 % de la charge par incréments de 2 %. Les résultats sont enregistrés dans le fichier LOG_3phase.CSV pour le traçage dans Excel. Jusqu'à 8 ensembles de données peuvent être capturés et affichés en même temps.

Étalonnage et configuration de l'IP



Le nom du fichier de ce programme est 'Open Calibra- tion.bat'. Cette application logicielle a deux fonctions : elle permet de calibrer le capteur de pesage et de définir l'adresse IP de l'unité de contrôle.

Calibrage

- 1) Connecter le dynamomètre à l'unité de contrôle à l'aide d'un connecteur de type D à 25 voies.
- 2) Tournez le dynamomètre dans le sens inverse des aiguilles d'une montre de manière à ce qu'il n'appuie pas sur la cellule de charge située à l'arrière du dynamomètre.
- 3) Appuyez sur PLAY sur le logiciel App. Appuyez sur RESET. Appuyez sur Zéro.
- 4) Placez un poids de 20 grammes à l'extrémité du capteur. Utilisez le multiplicateur du curseur sur l'application pour ajuster le cadran de manière à ce qu'il indique 20g.
- 5) Cliquez sur le bouton Write pour enregistrer le calibrage.

dans le boîtier de contrôle.

- 6) Retirer le poids. Appuyez sur le zéro. L'unité de contrôle et le dynamomètre sont maintenant calibrés ensemble.
- 7) Vérifier l'étalonnage en posant le poids sur et s'assurer que l'écran affiche 20g.

Si vous disposez de plusieurs séries de machines électriques, assurez-vous qu'elles sont appariées pour la prochaine fois que vous les utiliserez. Cela aura été per-

Le système est formé pour vous en usine, il n'est donc pas nécessaire de le faire au démarrage.

Configuration de l'IP

- 1) Appuyez sur PLAY dans l'application
- 2) Utilisez les boutons "+" et "-" dans les champs du numéro IP pour définir l'adresse IP que vous souhaitez.
- 3) Cliquez sur le bouton WRITE pour enregistrer cette adresse IP dans la boîte de contrôle.

Laboratoire à distance **MATRIX** | ELECTRICAL MACHINES

Connexion

Ce document décrit la procédure à suivre par les utilisateurs pour connecter à distance un boîtier de commande de machines électriques à un réseau ou à l'internet afin d'en permettre le contrôle à distance. Cette procédure ne peut être appliquée qu'aux appareils achetés depuis juin 2020.

Accès par le réseau local

L'adresse IP par défaut du boîtier des machines électriques est 192.168.1.235 et le port par défaut est

88. L'adresse IP et le port peuvent être modifiés en se connectant au boîtier à l'aide d'une connexion USB et en exécutant l'application d'étalonnage. La connexion Ethernet doit être connectée au réseau, puis l'adresse IP et le port peuvent être utilisés dans les applications logicielles pour se connecter au boîtier des machines électriques.

Accès par l'internet

Avant d'accéder au boîtier des machines électriques à partir d'Internet, assurez-vous que le boîtier fonctionne correctement sur le réseau local. Cela permet d'identifier tout problème de connexion lié à l'IP et au port du boîtier ou à la configuration du routeur.

Pour accéder au boîtier des machines électriques à partir d'Internet, l'utilisateur doit s'assurer qu'il a activé le transfert de port sur son propre routeur (la connexion entre votre réseau local et l'Internet). Cela permet de prendre les connexions entrantes de l'Internet et de les acheminer vers l'adresse IP interne correcte. Utilisez l'adresse IP du routeur dans les applications logicielles.

Informations sur l'activation du transfert de port sur votre routeur : <https://portforward.com/>

Informations sur la recherche de l'adresse IP de votre routeur : <https://whatismyipaddress.com/>

Sur un routeur domestique (par exemple au domicile de l'étudiant ou du professeur), il peut également être nécessaire d'ajouter une zone démilitarisée (DMZ) à l'adresse IP de l'armoire électrique pour permettre au trafic Internet entrant de l'atteindre. Un routeur commercial peut ne pas avoir à le faire.

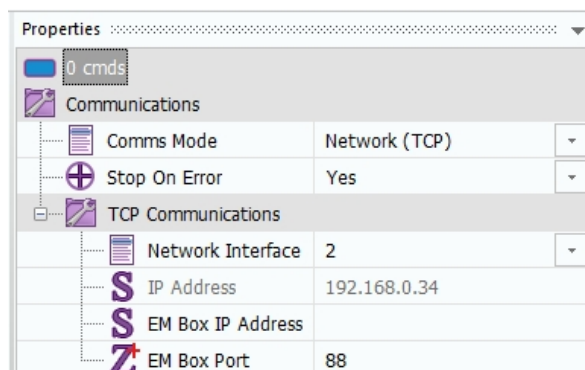
Configuration de l'application logicielle

En utilisant l'application logicielle téléchargeable sur le site web de Matrix :

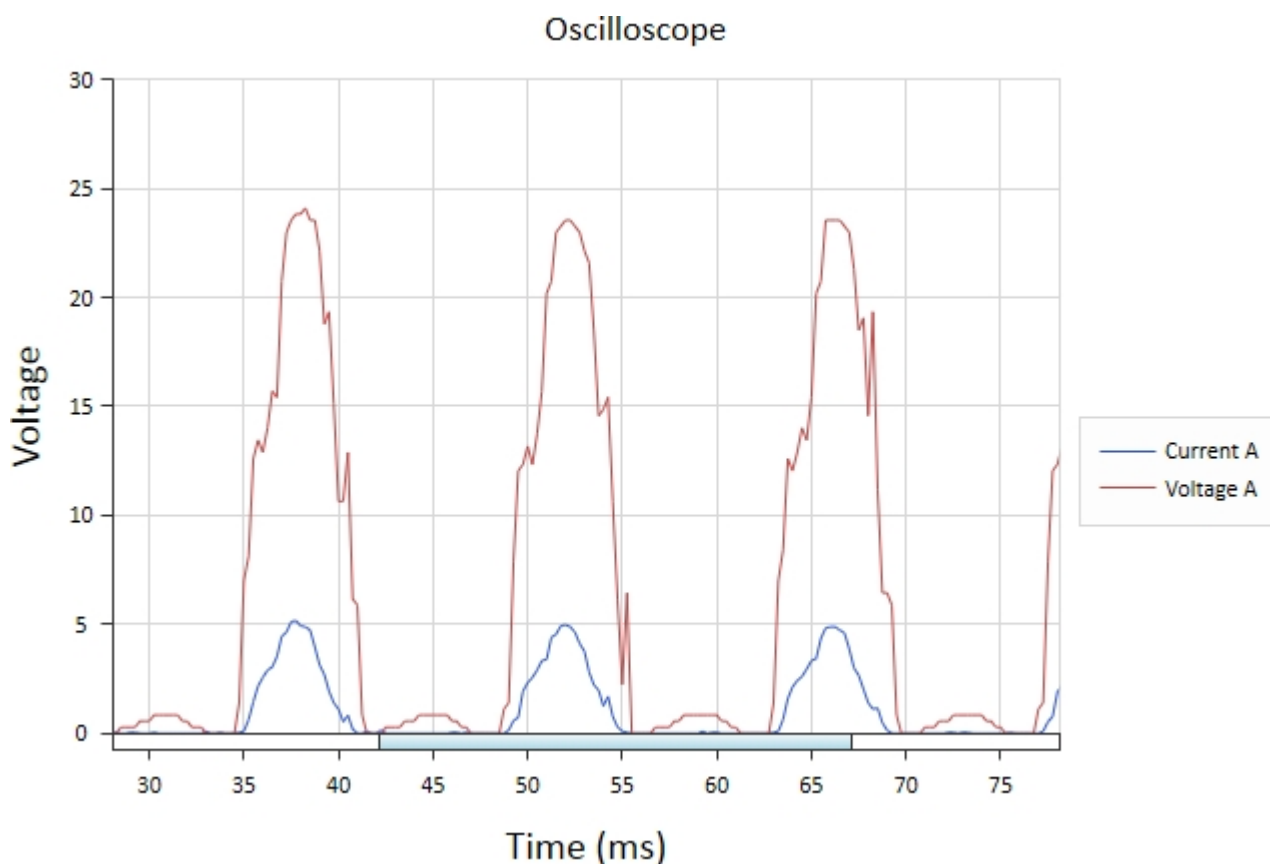
www.matrixtsl.com/electrical-machines/resources/, l'utilisateur démarre l'application logicielle Machines électriques pour la machine spécifique qu'il teste.

Assurez-vous que les communications réseau (TCP) sont sélectionnées (et non USB). Dans le menu des communications TCP, sélectionnez l'interface réseau qui fournit une valeur IP raisonnable. Dans l'adresse IP de la boîte EM, entrez l'adresse IP de votre boîtier de commande. Dans le champ EM box Port, entrez le numéro de port de votre boîtier de commande.

NB : Matrix TSL n'est pas en mesure de fournir de l'aide pour configurer les systèmes IP de tiers en raison des complexités inhérentes. Les gestionnaires de réseaux locaux devraient être en mesure de fournir cette assistance.



L'oscilloscope embarqué



L'oscilloscope de l'unité de contrôle mesure tous les ampèremètres et voltmètres de l'unité à une fréquence de 64 kHz. Il y a 16 canaux au total, ce qui nous donne un taux de mesure effectif de 4 kHz pour chaque canal.

L'axe Y, la base de temps et les traces peuvent être définis en cliquant sur les mots appropriés dans la section Propriétés à droite de chaque application.

Pour modifier la base de temps : cliquez sur la zone de l'oscilloscope et utilisez la molette de la souris pour effectuer un zoom avant ou arrière.

L'oscilloscope est utile pour observer les tensions et les courants à des fréquences proches de celles de l'entraînement. En fait, nous utilisons un petit condensateur sur l'entrée pour ralentir délibérément le taux d'échantillonnage effectif afin que l'instrument fonctionne mieux à cet effet objectif..

Comme la fréquence PWM utilisée est de 7 kHz et que le taux d'échantillonnage effectif est de 4 kHz, des effets de Nyquist peuvent être observés lorsqu'on zoome pour examiner la fréquence d'entraînement PWM. Pour cette raison, un oscilloscope externe doit être utilisé pour examiner en détail la structure de la forme d'onde.

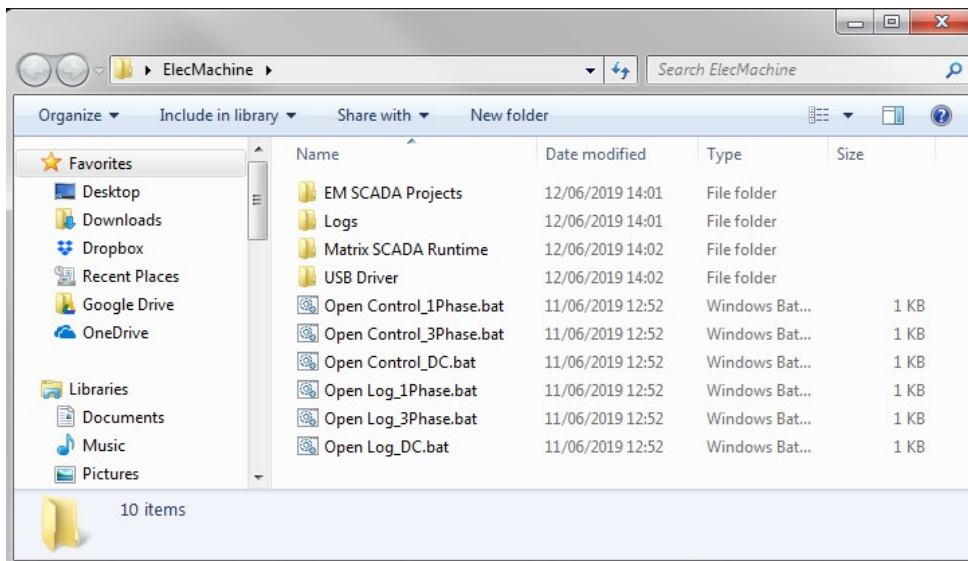
L'oscilloscope est particulièrement bien adapté pour montrer les courants, le schéma de la tension et du courant et les phases entre la tension et le courant.

L'oscilloscope des programmes triphasés a la capacité d'afficher la tension réelle ou la tension effective en standard. Les utilisateurs de ce niveau doivent toujours utiliser la tension effective.

Installation du logiciel

Copier le logiciel

Le logiciel pour les machines électriques est disponible en téléchargement sur le site web de Matrix. Lorsque vous décompressez le fichier zip, vous verrez les fichiers suivants :



Six applications sont utilisées pour la gamme des machines électriques. Elles sont décrites ci-dessous.

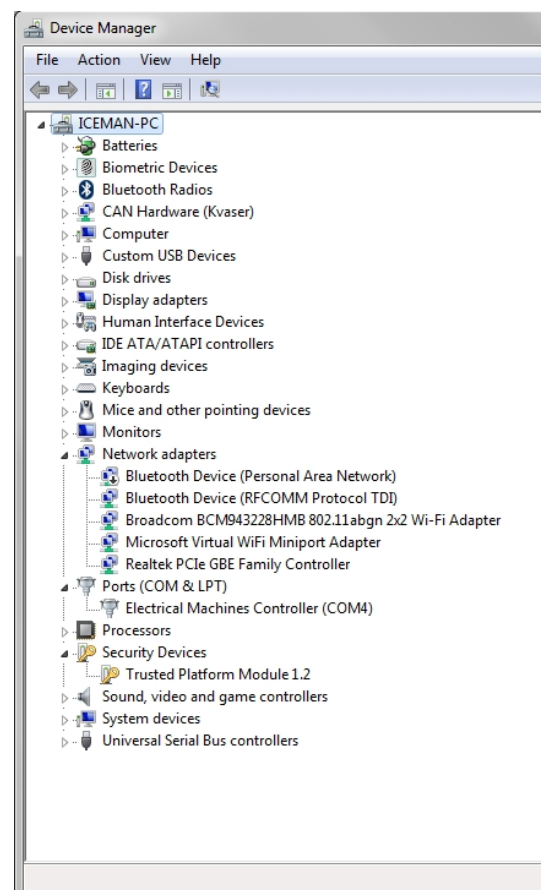
Veuillez copier ces programmes et répertoires dans un endroit approprié de votre disque dur. Vous pouvez faire des raccourcis vers les fichiers *.BAT si vous le souhaitez.

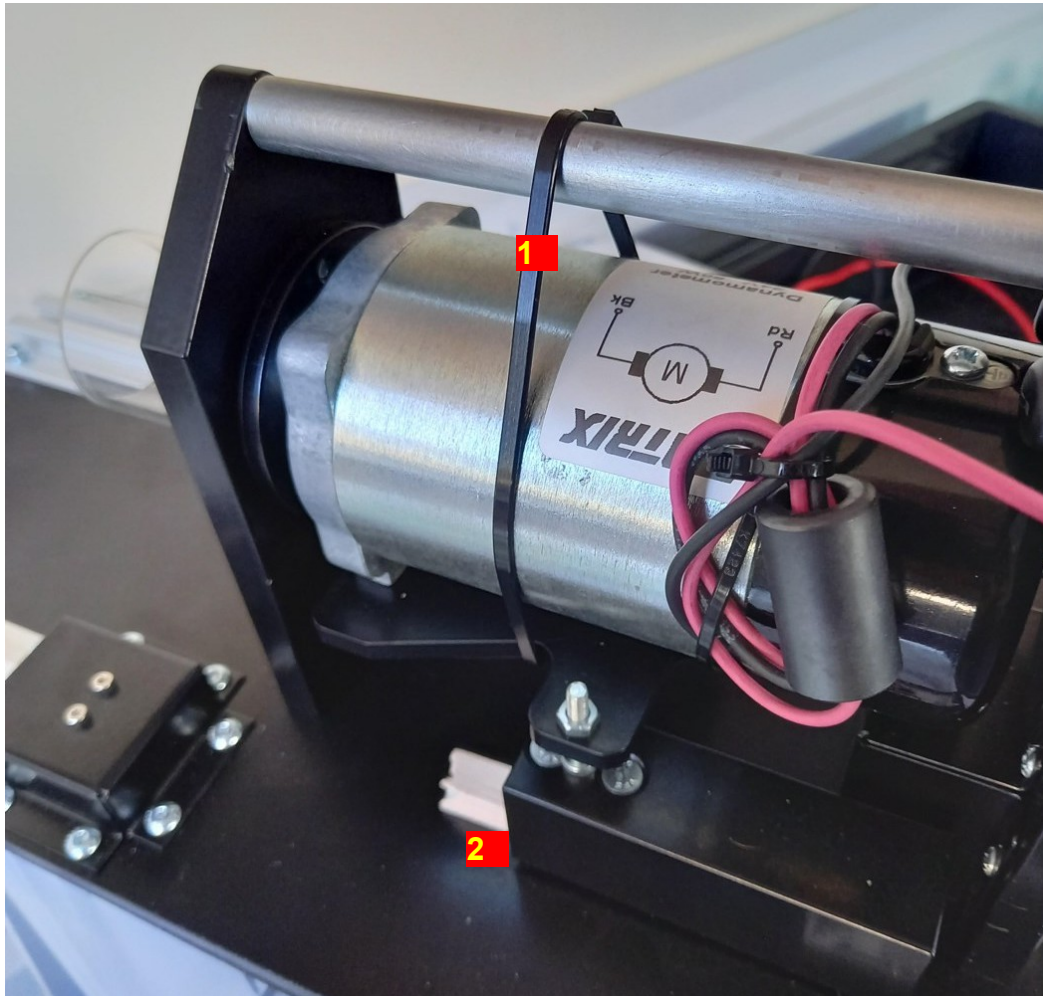
Rincer chaque programme en cliquant sur le fichier '*.BAT'.

Installation des pilotes

Allez dans le dossier des pilotes USB et exécutez le pilote 32 bits ou 64 bits selon votre ordinateur. Le pilote du boîtier de commande devrait être installé.

Vous pouvez vérifier que le pilote est correctement installé en consultant le Gestionnaire de périphériques et en vérifiant que le contrôleur de machines électriques apparaît sous Ports - voir ci-contre.





L'emballage peut varier d'un lot à l'autre. Pour éviter que le mécanisme du dynamomètre ne s'endommage ou ne perde son étalonnage pendant le transport, le corps du dynamomètre et le capteur de force sont protégés l'un de l'autre. Veuillez vous référer à la photo ci-dessus.

1) Pour protéger le produit lors de l'expédition, un collier de serrage est utilisé.

Le corps du dynamomètre est entouré d'une sangle afin d'éviter
Il doit être coupé à l'aide d'une pince coupante afin
de permettre la rotation du Dyna- momètre. Il doit
être coupé à l'aide d'une pince coupante pour
permettre au Dyna-mètre de tourner.

2) Pour protéger le capteur, un bloc de bois est placé sous
le capteur.

le capteur de la cellule de charge. Celui-ci peut être retiré
manuellement.