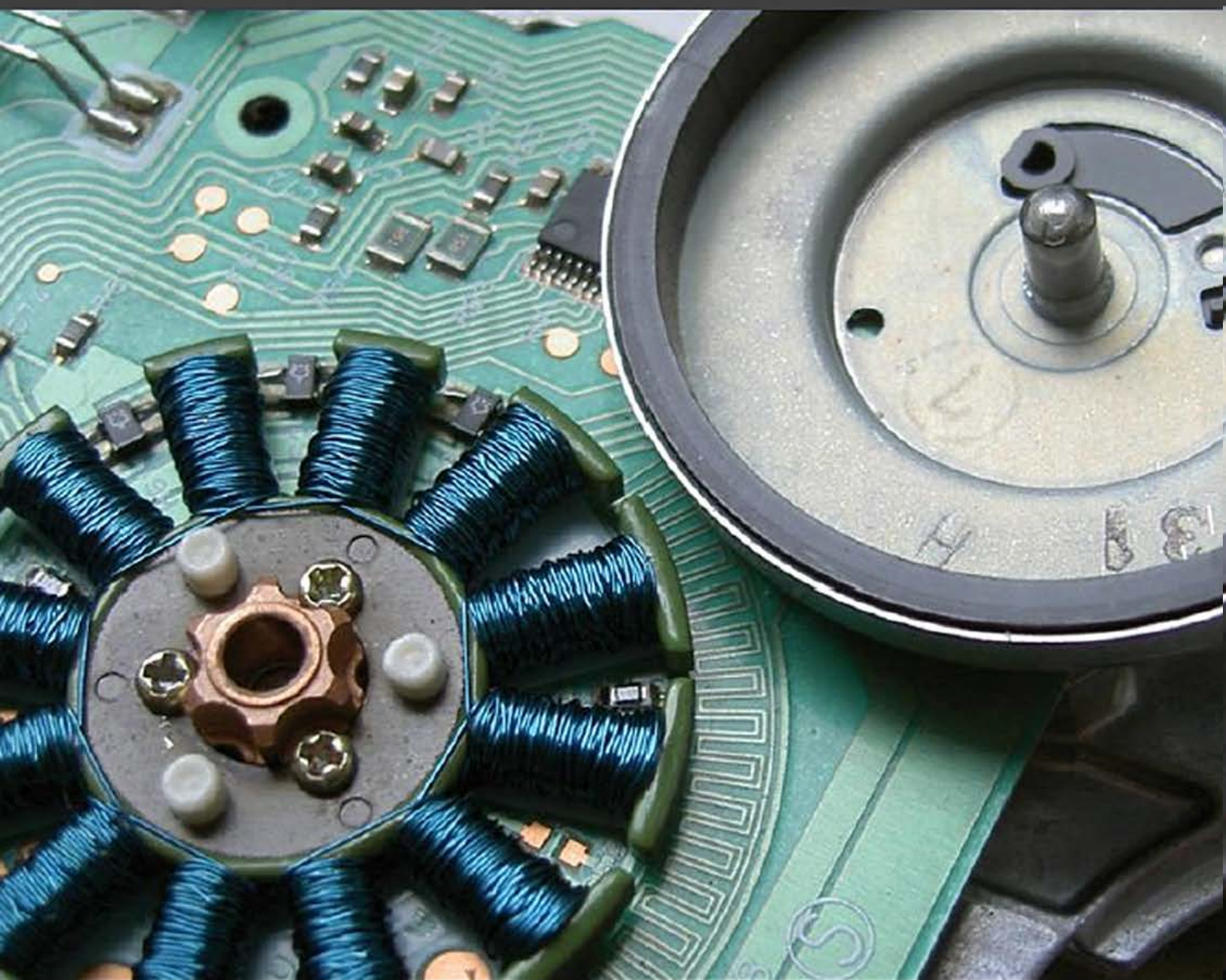




MATRIX | ELECTRICAL MACHINES

Electrical machines for installation/Manual control



MATRIX

CP4160

www.matrixtsl.co

Copyright 2024 Matrix Technology Solutions Limited

Sujet	Page
Sécurité	3
Introduction	4
Alimentations	5
Visite du kit	6
Pour commencer	8
Exploration de l'alimentation en courant continu	9
Modulation de largeur d'impulsion	10
Activité 1 - Exercer un couple	12
Qu'est-ce que le couple ?	13
Activité 2 - Explorer le moteur à courant continu	14
Activité 3 - explorer la Dynamo	19
Notions de base sur les moteurs shunt et série	21
Activité 4 - étude du moteur à shunt	23
Activité 5 - étudier le moteur en série	25
Utilisation d'oscilloscopes	27
Activité 6 - Explorer le moteur universel	28
Le moteur à induction	30
Activité 7 - Explorer le moteur à induction	31
AC triphasé	35
Activité 8 - Explorer le moteur triphasé	36
Le moteur à courant continu sans balais	38
Activité 9 - Étude du moteur à courant continu sans balais	39
Manuel de l'étudiant	40

Sécurité

La conception de ce produit reflète l'attention portée aux risques potentiels liés à l'étude des moteurs électriques.

Lisez attentivement les sections ci-dessous !

Choc électrique

Le risque est minime. La sortie de l'unité de contrôle est limitée à 24V AC ou DC.

Le dynamomètre génère des tensions continues.

A la vitesse maximale, environ 3 000 tr/min, la tension générée est inférieure à 30VDC.

L'unité de contrôle ne fonctionne que si un moteur est branché sur le dynamomètre. Cela empêche l'utilisation de moteurs de tiers avec le système.

Choc physique

L'équipement est lourd !

Si quelqu'un fait tomber un appareil, cela peut entraîner des blessures graves. Vous devez décider du niveau de responsabilité des élèves dans ce domaine.

Le risque est réduit par :

- positionner le matériel sur les bancs, prêt à l'emploi ;
- rester assis pendant l'utilisation de l'équipement.

Les pièces rotatives exposées constituent un danger potentiel, 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 placée entre le dynamomètre et le moteur testé signifie qu'aucune pièce rotative n'est exposée.

S'il vous plaît :

Si un accident survient lors de l'utilisation de l'équipement, signalez-le nous, à l'adresse ci-dessous, afin que nous puissions réfléchir à la manière de rendre l'équipement encore plus sûr.

Équipe de
conception
Matrix TSL 33,
rue Gibbet
HX1 5BA

Ce cours vise à vous préparer aux unités suivantes de City and Guilds diplômes 2357 et 2365-03 :

- Unité 302 - "Principes de l'électrotechnique" Résultat d'apprentissage 3 ;
- Unité 609 - "Comprendre les principes électriques associés à la conception, à la construction, à l'installation et à la maintenance d'équipements et de systèmes électriques"

Résultat d'apprentissage 8.

Au fur et à mesure que vous avancez dans le cours, les schémas vous montrent comment construire les systèmes et chaque tâche explique comment les tester. Il existe un grand nombre de tâches différentes, identifiées par une série d'icônes :

Icône	Importance
	Le contenu donne des informations sur l'électricité ou explique certains termes.
	Activité pratique
	Fait le lien entre l'activité actuelle et les emplois dans l'industrie/le commerce. royaume méstique
	Activité ouverte conçue par les élèves
	Questions liées à la santé et à la sécurité
	L'activité implique une formule ou un calcul
	Le(s) résultat(s) de l'enquête

Pour mémoire :

- il est important que vous gardiez une trace précise de ce que vous faites ;
- un manuel de l'étudiant sera publié pour aider à la tenue de ces dossiers ;
- en outre, prenez toutes les notes que vous jugez nécessaires pour vous aider dans cette tâche.



Alimentation électrique :

- fait circuler le courant dans le circuit en appliquant une tension.
- possède deux bornes (points de connexion), l'une "positive" et l'autre "négative" ;
- le courant circule de la borne positive à la borne négative.

Alimentation en courant continu - (CC = courant continu) :

- une borne est toujours positive, l'autre toujours négative ;
- circulation à sens unique" - le courant circule toujours dans le même sens dans le circuit.

Alimentation en courant alternatif - (CA = courant alternatif) :

- les bornes changent de polarité de façon répétée, l'une positive, l'autre négative puis ils s'échangent ;
- circulation à double sens" - le courant circule dans le sens des aiguilles d'une montre, puis dans le sens inverse des aiguilles d'une montre autour du circuit.

AC ou DC - lequel est utilisé ?



Chacun a son utilité !

L'électricité est généralement générée et transmise sous forme de courant alternatif :

- les alternateurs (CA) sont généralement plus efficaces que les dynamos (CC) ;
- Les transformateurs "élevateurs" et "abaisseurs" peuvent modifier la tension et le courant en fonction des besoins permettre une distribution plus efficace.

Les appareils électroniques (téléphones portables, ordinateurs, téléviseurs, etc.) nécessitent généralement du courant continu.

Le courant alternatif peut être converti en courant continu à l'aide des processus de rectification et de régulation.

Le courant continu peut être converti en courant alternatif à l'aide d'un appareil appelé onduleur.

Alimentations en courant continu :

- **batterie** - les réactions chimiques génèrent des tensions continues, par exemple les batteries "plomb-acide" ;
- **cellule solaire** - Les cellules photo-voltaïques convertissent l'énergie lumineuse en énergie électrique continue ;
- **dynamo** - une bobine de fil en rotation à proximité d'un aimant génère du courant continu fourni par une bobine de fil en rotation à proximité d'un aimant.

Le "collecteur" relie la bobine au reste du circuit.

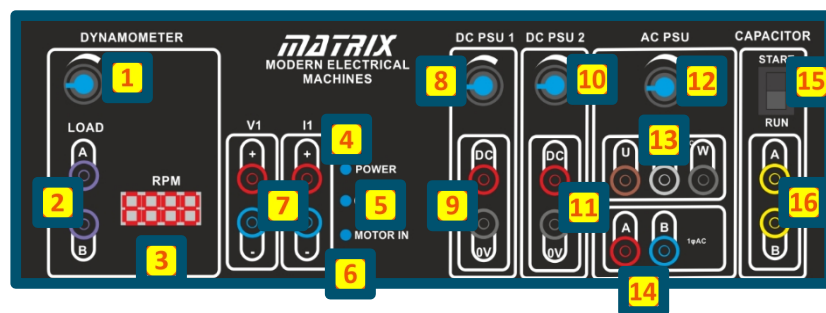
Alimentations en courant alternatif :

- **Alternateur** - autre exemple de bobine de fil en rotation près d'un aimant ;
 - une "bague" se connecte au reste du circuit ;
 - la bobine peut être mise en rotation par de la vapeur à haute pression dans une centrale électrique, par le vent (aérogénérateur) ou par la chute d'eau (hydroélectricité).



L'unité de contrôle :

offre un choix d'alimentations variables en courant continu et en courant alternatif, y compris des alimentations en courant alternatif monophasé et triphasé, ainsi que d'autres fonctions de commande de moteur.

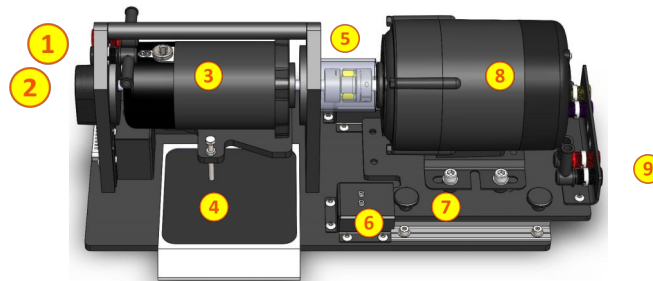


- ❶ Réglage de la résistance (charge) du dynamomètre :
Contrôle la charge appliquée par le dynamomètre et donc l'intensité de son travail.
(Une faible résistance électrique signifie une charge importante et vice-versa)
- ❷ Prises de charge pour le dynamomètre.
- ❸ L'écran affiche la vitesse du moteur en tours par minute (tr/min).
- ❹ Le voyant "Power" s'allume lorsque l'unité de contrôle est sous tension.
- ❺ La LED 'COMMS' s'allume lorsque l'unité de contrôle est connectée à un PC.
- ❻ La LED 'Motor In' s'allume lorsqu'une machine est branchée sur le
- ❼ Connexions aux logiciels internes "ampèremètre" et "voltmètre".
- ❽ Contrôle de la sortie de l'alimentation 'DC 1'.
- ❾ Prises de sortie de l'alimentation 'DC 1'.
- ❿ Contrôle de la sortie de l'alimentation 'DC 2'.
- ⓫ Prises de sortie de l'alimentation 'DC 1'.
- ⓬ Contrôle de la fréquence AC.
- ⓭ Prises de courant triphasées.
- ⓮ Prises d'alimentation monophasées.
- ⓯ Sélecteur "mode condensateur". Il permet de sélectionner le condensateur connecté au moteur : "START" et "RUN".
- ⓰ Prises utilisées pour connecter le condensateur choisi au moteur.



Le dynamomètre :

mesure la force produite et la vitesse d'une machine tournante (ici, un moteur électrique). Ces données sont utilisées pour calculer le couple et la puissance de sortie.



- ❶ Prises pour connecter la charge, réglée dans l'unité de contrôle, au dynamomètre.
- ❷ Encodeur - génère des signaux utilisés par l'unité de contrôle pour mesurer la vitesse de rotation du dynamomètre.
- ❸ Le dynamomètre.
- ❹ La balance numérique utilisée pour mesurer la force produite par le dynamomètre.
- ❺ Le couplage blindé entre le dynamomètre et le moteur testé.
- ❻ L'interrupteur de sécurité utilisé pour vérifier si un moteur est fixé au dynamomètre.
- ❼ L'une des pinces à vis utilisées pour maintenir le moteur en place.
- ❽ Le moteur en cours de test.
- ❾ Les prises utilisées pour connecter le moteur à l'alimentation.

Dans ce dynamomètre, la force créée peut être mesurée de deux manières :

- la balance numérique illustrée dans le diagramme ;
- une cellule de charge (derrière le dynamomètre et cachée par lui dans le diagramme ci-dessus) connectée à l'unité de contrôle et utilisant le logiciel qu'elle contient.

Le sens de rotation du dynamomètre détermine si c'est la balance ou la cellule de charge qui est utilisée.

Caractéristiques de sécurité :

- Les moteurs testés sont fixés à l'aide de l'accouplement protégé par un tube en plastique afin d'éviter que les vêtements et les cheveux ne se prennent dans le mécanisme.
- Le dynamomètre est équipé de deux micro-interrupteurs. Si le moteur d'essai n'est pas en place, l'unité de contrôle n'est pas activée.

Pour commencer

Les moteurs varient énormément en termes de taille, de forme et de structure. Cependant, au sein d'une même famille de moteurs, les moteurs à courant continu par exemple, les performances sont similaires, indépendamment de la taille physique et de la tension de fonctionnement.

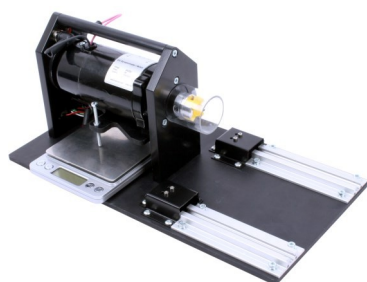


Cette section explique comment configurer l'équipement.



Les tests peuvent alors commencer.

Branchez l'unité de contrôle sur le secteur à l'aide du connecteur d'alimentation IEC.



L'affichage à 7 segments et le voyant d'alimentation de l'unité de contrôle doivent s'allumer.

Connecter le dynamomètre à l'unité de contrôle à l'aide du câble de type D à 25 voies.

Assurez-vous que le logiciel et le pilote de l'unité de contrôle sont correctement installés.

Lorsque l'unité de contrôle **n'est pas** connectée à un PC par le câble USB, elle est en mode manuel - les potentiomètres du panneau avant déterminent les sorties de l'unité de contrôle.

Assurez-vous que l'"araignée" en caoutchouc, le tampon entre le dynamomètre et le moteur, est en place. Le système fonctionnera sans cela - il sera simplement bruyant.

Aligner le moteur à courant continu dans les rainures du banc d'essai du dynamomètre. Si nécessaire, desserrez les vis de fixation de la plaque de base du moteur. (Il se peut que vous deviez pousser fort !)

Lorsque vous poussez le moteur vers l'intérieur, vous devez entendre les micro-interrupteurs de sécurité du berceau du dynamomètre s'enclencher.

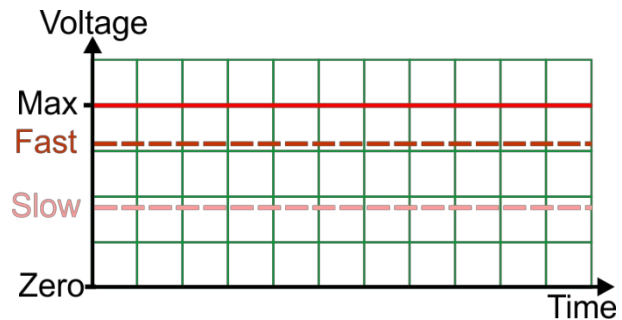
Serrez les vis de fixation pour vous assurer que le moteur à courant continu est bien en place. Positionnez la balance numérique et retirez les deux couvercles de protection en plastique.



Exploration de l'alimentation en courant continu

i Le moteur à courant continu est contrôlé en faisant varier la sortie de l'alimentation.

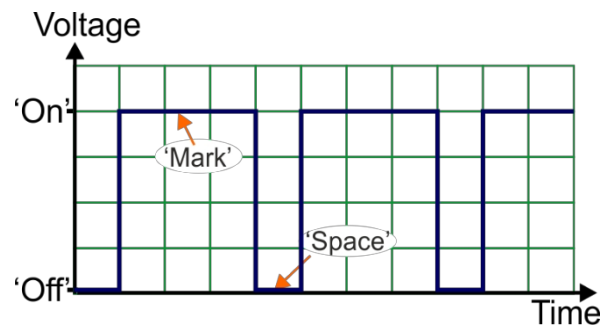
Cependant, il ne s'agit pas simplement d'augmenter ou de diminuer une tension continue constante - une forme de contrôle, appelée "analogique" - illustré dans le diagramme.



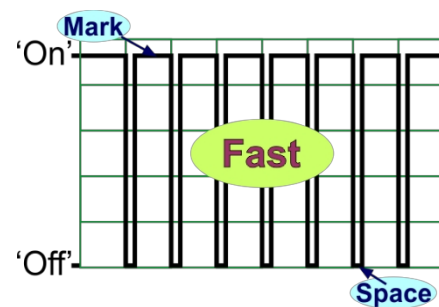
Au lieu de cela, l'alimentation électrique émet une série d'impulsions "on/off".

La partie "allumée" de l'impulsion est appelée "marque" et la partie "éteinte" est appelée "espace".

Les impulsions arrivent si rapidement que le moteur ne peut pas les suivre exactement - il fonctionne simplement.



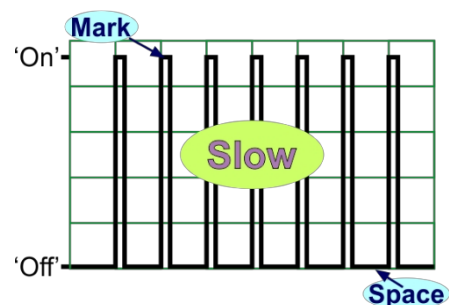
L'augmentation de la production signifie que la marque augmente et que l'espace diminue. Le moteur est en marche plus longtemps et à l'arrêt moins longtemps. Il tourne donc plus vite.



La diminution de la puissance signifie que le moteur est arrêté plus longtemps et allumé moins longtemps.

- plus d'espace et moins de marques !

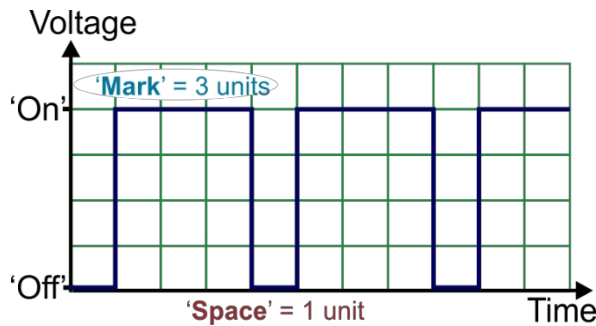
Par conséquent, il fonctionne plus lentement.



Découvrez pourquoi cette forme de contrôle est préférée à un simple contrôle analogique.

Modulation de largeur d'impulsion

i Cette forme de contrôle est appelée modulation de largeur d'impulsion (MLI). Le moteur est commandé en modulant (modifiant) la largeur de l'impulsion, c'est-à-dire en changeant le "rapport marque/espace" (m:s) de l'impulsion, c'est-à-dire le rapport marche/arrêt.



Dans le diagramme, le

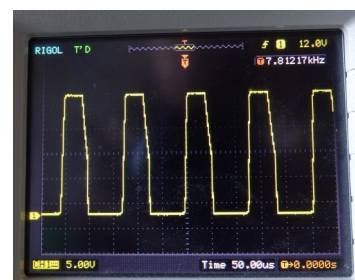
La "marque" dure trois unités de temps, tandis que l'"espace" n'en dure qu'une. Cela donne un rapport m:s de 3:1.

Ceci peut également être décrit en utilisant le terme "cycle de fonctionnement" - la fraction du signal pour laquelle le moteur est "en marche". Un rapport m:s de 3:1 correspond à un rapport cyclique de 75 %.

La photographie du haut montre un oscilloscope affichant un signal PWM avec un m:s de 3:1.



La deuxième photographie montre un signal PWM avec un rapport m:s de 2:3, c'est-à-dire un cycle de travail de 40 %.



i

En l'absence d'oscilloscope pour mesurer le rapport cyclique, nous avons recours à un multimètre.

Pour une fréquence d'impulsion faible, le compteur suivrait les variations de tension et afficherait la valeur réelle. Les sorties DC1 et DC2 émettent des impulsions à une fréquence de près de 8 kHz, ce qui est trop rapide pour le compteur, qui affiche plutôt la tension moyenne.

Les sorties DC1 et DC2 donnent une tension de crête de 24V.

La tension moyenne lorsque le rapport m:s
est de 3:1 est de :

$$\frac{(3 \times 24) + (1 \times 0)}{4} = 18V.$$

En général, cette sortie moyenne en courant continu est calculée
à partir de la formule suivante :

tension moyenne = rapport cyclique x tension de crête.

Ce n'est pas la même chose que la valeur "rms" - nous n'en sommes pas encore là !

Le tableau montre les résultats pour d'autres valeurs du rapport cyclique :

Coefficient d'utilisation	Production moyenne tension
30%	7.5
50%	11.9
70%	16.2

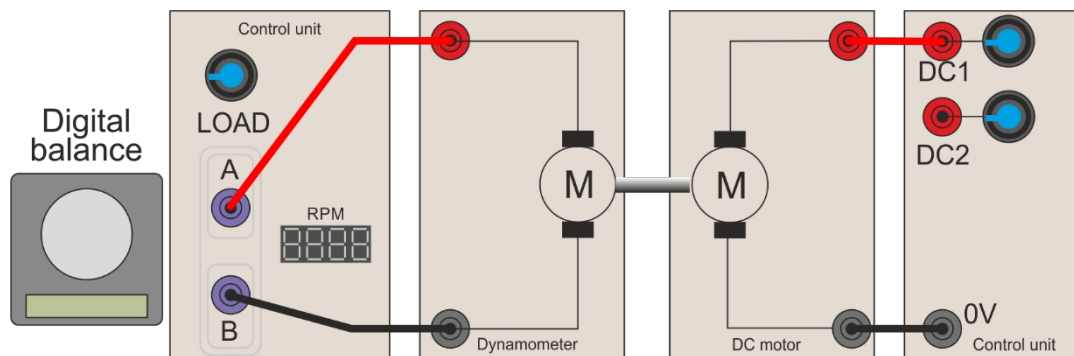
Activité 1 - Exercer un couple



Placez la balance numérique sous le bras oscillant du dynamomètre et tournez-la dans le sens des aiguilles d'une montre.

le sur.

L'équipement est maintenant installé comme indiqué dans le diagramme suivant :



Allumer l'unité de contrôle.

Vérifiez que le voyant "Motor In" est allumé. Si ce n'est pas le cas, retirez le moteur et remettez-le en place.

Tourner les potentiomètres d'alimentation de DC1 et DC2 au minimum. (à fond dans le sens inverse des aiguilles d'une montre).

Tournez lentement le potentiomètre DC1 jusqu'à ce que le moteur DC commence à tourner.

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.

En tournant dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, une pression est exercée sur le balancier.

En tournant dans le sens des aiguilles d'une montre, la pression s'exerce sur la cellule de charge, située à l'arrière du dynamomètre.



Pour changer le sens de rotation d'un moteur à courant continu, inversez les connexions électriques.

Le dynamomètre à bras oscillant peut tourner dans les deux sens.

Le couple produit est le même dans les deux cas.

Le couple est une mesure importante des performances d'un moteur. La page suivante explique ce que l'on entend par "couple".

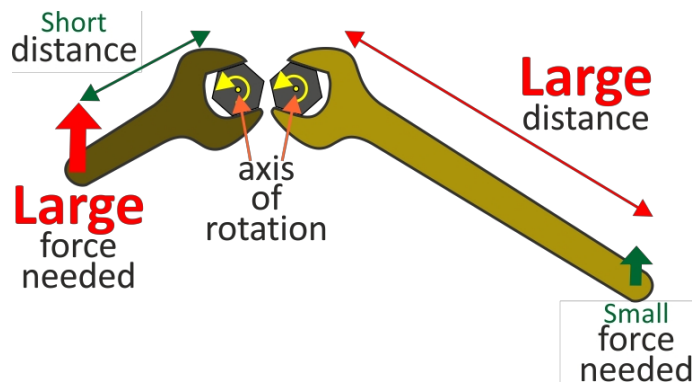
Qu'est-ce que le couple ?

i Qu'est-ce que le couple ?

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

- la taille de la force ;
- jusqu'où il est appliqué de l'axe de rotation .

C'est pourquoi il est plus facile de tourner un écrou avec une clé longue qu'avec une clé courte (ou sans clé).



Le couple **T** est calculé à partir de l'équation :

$$\mathbf{T = force \times distance \text{ par rapport à l'axe}}$$

Pour le dynamomètre, cette distance est de 0,04 m.

Le couple est mesuré en unités appelées Newton.mètres (N.m).

i Que mesure la balance numérique ?

Elle mesure la **masse**, c'est-à-dire la quantité de matière dans un corps, et non la force. La force et la masse sont liées par "g", l'intensité du champ gravitationnel, c'est-à-dire la force avec laquelle la gravité de la Terre exerce une pression sur le corps.

La force exercée sur le dynamomètre est de l'ordre de 10N par kilogramme. Cela signifie que la force exercée sur la balance, générée par le dynamomètre, est égale à 10 x la valeur indiquée par la balance.

Un exemple :

Calculez le couple qui produit une lecture de 250g sur la balance numérique.

X²

$$\begin{aligned} 1000\text{g} &= 1\text{kg} \\ \text{so } 250\text{g} &= 0,25 \text{ kg} \end{aligned}$$

Cela correspond à une force (due à la gravité) de $0,25 \times 10 = 2,5 \text{ N}$.

Cette force est appliquée à une distance de 0,04 m de l'axe de rotation du dynamomètre et produit un couple de $2,5 \times 0,04 = 0,1\text{N.m}$

Activité 2 - Explorer le moteur à courant continu



Tournez le potentiomètre de sortie de charge d'environ la moitié du tour. Cela ajoute une charge à la sortie du moteur, lui faisant convertir son énergie de rotation (cinétique) en chaleur.

Étudiez l'effet de la modification de la tension DC1 en tournant le potentiomètre :

- un tiers du tour ;
- aux deux tiers du parcours ;
- au maximum.

Dans le manuel de l'élève, notez la vitesse affichée sur l'écran à 7 segments et la valeur de la balance numérique, en g, pour chaque réglage de l'alimentation électrique (c.-à-d. remplissez le

deuxième et troisième colonnes du tableau,).

X²

Ensuite, convertissez la valeur de la balance (actuellement en grammes) en kilogrammes en la divisant par 1000 et inscrivez vos réponses dans la quatrième colonne du tableau.

Maintenant, utilisez les relevés de la balance (en kg) pour calculer le couple produit par le moteur pour chaque réglage de l'alimentation électrique :

$$\text{Force} = \text{valeur de la balance (kg)} \times 10.$$

$$\text{Couple} = \text{force} \times 0,04 = \text{valeur de la balance (kg)} \times 10 \times 0,04.$$

Inscrivez vos réponses dans la cinquième colonne du tableau.



Lorsque la tension moyenne de l'alimentation augmente :

- le moteur tourne plus rapidement ;
- le couple qu'il génère augmente.

Activité 2 - Explorer le moteur à courant continu

Nous pouvons utiliser ces relevés pour calculer le rendement du moteur à ces vitesses.

i L'efficacité est une mesure de la quantité d'énergie fournie par l'unité de contrôle qui est utilisée efficacement et de la quantité qui est gaspillée (sous forme de chaleur en général).

Il est calculé à l'aide de la formule suivante :

$$\text{Rendement} = \frac{\text{énergie fournie par le moteur à la charge}}{\text{énergie fournie par l'unité de commande}} \times 100 \%$$

Dans ce cas, il est plus facile de travailler avec la puissance qu'avec l'énergie. La puissance est la vitesse à laquelle

l'énergie est délivrée, c'est-à-dire l'énergie délivrée par seconde.

La formule devient :

i

$$\text{Rendement} = \frac{\text{puissance mécanique développée par le moteur}}{\text{puissance électrique délivrée par l'unité de contrôle}} \times 100\%$$

La puissance mécanique est calculée à l'aide de la formule suivante

$$\text{Puissance mécanique} = (2 \times n \times \pi \times T) / 60$$

où **n** est la vitesse du moteur en tr/min et **T** est le couple développé.

La puissance électrique est calculée à l'aide de la formule suivante :

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

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

X² Utilisez vos résultats pour compléter le tableau suivant :

Réglage de l'alimentation	Alimentation électrique du moteur	Puissance mécanique délivrée à la charge	Efficacité
Un tiers			
Deux tiers			
Maximum			



Étudiez ce qui se passe au niveau de la vitesse, du couple, du courant et de la tension d'alimentation lorsque vous modifiez les paramètres de charge.

Essayez d'expliquer vos résultats.

Activité 2 - Explorer le moteur à courant continu

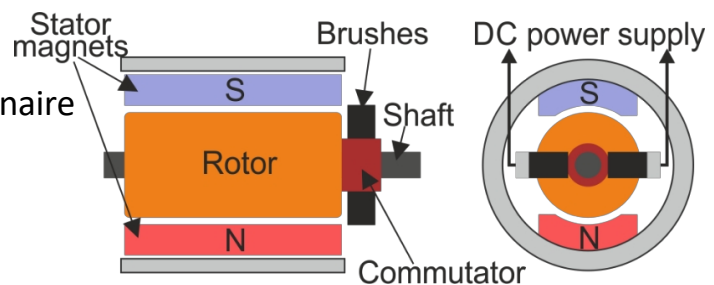
Le moteur à courant continu (brossé)

est composé de

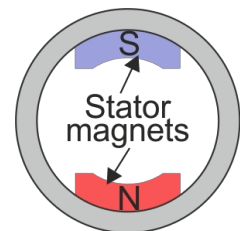
- stator,
- le rotor (ou l'induit),
- le collecteur et les balais.



Le **stator** génère un courant stationnaire champ magnétique en utilisant soit aimants permanents ou électro-aimants. Ce champ entoure le rotor.



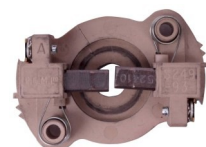
Le **rotor** (également appelé armature) est constitué d'un certain nombre de bobines isolées. Lorsqu'elles sont traversées par un courant, elles génèrent un champ magnétique qui interagit avec celui généré par le stator, ce qui fait tourner le rotor.



Le **collecteur** a pour fonction d'inverser le flux de courant autour des enroulements du rotor afin de maintenir ce dernier en rotation. Il se compose d'un tambour fixé au rotor, divisé en plusieurs sections.



Les **balais** glissent sur le collecteur lorsque le moteur tourne. Ce faisant, ils entrent en contact avec différents segments du collecteur, qui sont fixés à différents enroulements du rotor.

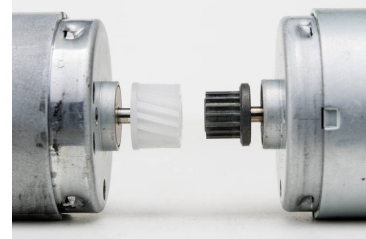


Les champs magnétiques ainsi produits interagissent avec le champ du stator pour maintenir le moteur en rotation.



Activité 2 - Explorer le moteur à courant continu

Les différents types de moteurs ont des caractéristiques différentes, telles que la vitesse maximale, le couple à différentes vitesses, la tension/intensité nominale, la puissance de sortie, le rendement.



Caractéristiques des moteurs à courant continu à aimant permanent (PMDC) :

- La vitesse du moteur dépend de la tension d'alimentation.
- Le couple du moteur dépend du courant d'alimentation.
- ***Une tension d'alimentation plus élevée fait tourner le moteur plus rapidement.***
Ce n'est pas une surprise ! Tension plus élevée $\Rightarrow$ courant plus important $\Rightarrow$ champ magnétique plus intense dans les enroulements du rotor $\Rightarrow$ force magnétique plus importante sur le rotor en raison de son interaction avec le champ magnétique du stator $\Rightarrow$ **le moteur tourne plus vite !**
- ***L'augmentation de la charge ralentit le moteur mais augmente le courant qu'il requiert.***
OU
En d'autres termes, plus le moteur tourne vite, plus le courant prélevé sur l'alimentation est faible !

L'explication repose sur la "force contre-électromotrice". Lorsque le rotor tourne sur lui-même dans les

champ magnétique, une tension, appelée "back-emf", est générée dans ses enroulements et s'oppose à la tension d'alimentation. En conséquence, la tension globale appliquée aux enroulements du rotor est réduite.

Plus la rotation est rapide, plus cette force contre-électromotrice est importante, plus la tension globale est faible, et donc plus le courant qui en résulte est faible.

L'ajout d'une charge au moteur le ralentit. Cela réduit la force contre-électromotrice, augmente la tension globale et donc le courant.

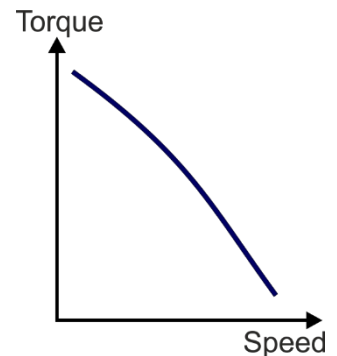
Il semble logique que plus le moteur est sollicité, plus le courant nécessaire est important !

Activité 2 - Explorer le moteur à courant continu

Le moteur à courant continu à aimant permanent (PMDC) :

Deux avantages du moteur à courant continu à aimant permanent sont illustrées dans le graphique des caractéristiques vitesse/couple ci-contre :

- Il dispose d'un couple de démarrage élevé.
- Son comportement est (presque) linéaire - deux fois la vitesse, deux fois le couple, etc.



L'inconvénient est que les brosses s'usent avec le temps et qu'elles sont les composants les plus ressemblants.

l'échec.



Faites des recherches pour découvrir d'autres avantages et inconvénients du moteur à courant continu à aimant permanent !

Les utilisations du moteur PMDC sont les suivantes

- à la maison - disques d'ordinateur, brosses à dents électriques, aspirateurs portables nettoyeurs, mixeurs, perceuses portatives, taille-haies.
Le mixeur de la photo utilise un moteur à courant continu.
- dans les véhicules - essuie-glaces/lave-glaces, vitres électriques, ventilateur de chauffage.



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 sol métallique, pour une tension de 0V, et l'autre touchant le plafond métallique, pour une tension positive. Le contrôle de la vitesse se fait généralement par une simple commande marche-arrêt.

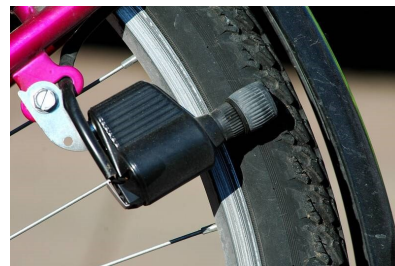
Activité 3 - explorer la Dynamo

Le moteur à courant continu à aimant permanent tourne lorsqu'il est alimenté en électricité.

La dynamo (par exemple celle qui se trouve à l'intérieur du dynamomètre) a la même structure de base mais fonctionne dans l'autre sens.

- lorsqu'il est mis en rotation, il produit de l'électricité.

La photographie montre une dynamo de bicyclette, utilisée pour alimenter les feux d'un vélo.

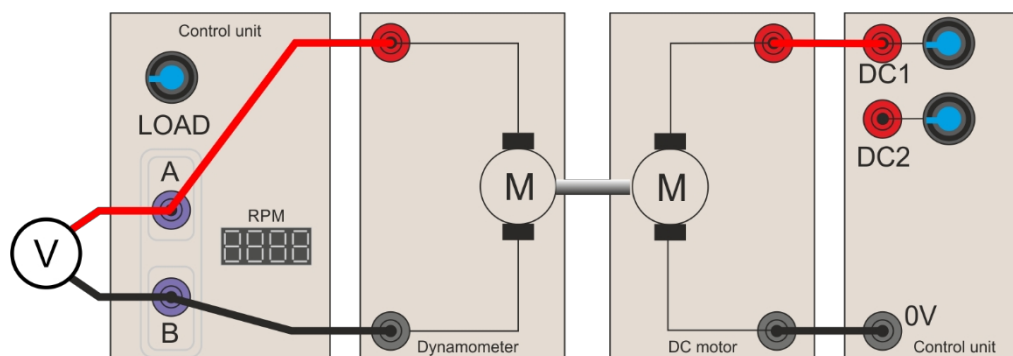


Cette section utilise la dynamo du dynamomètre pour étudier le comportement d'un générateur à aimant permanent (c'est-à-dire une dynamo).



La première étude examine comment la tension de sortie de la dynamo dépend de sa vitesse.

Mettez en place le système illustré dans le diagramme.



Tournez les potentiomètres DC1 et DC2 au minimum et allumez l'unité de contrôle.

Allumez le multimètre et réglez-le pour mesurer les tensions continues.

Tournez le potentiomètre "Load" à peu près à moitié.

Tournez lentement le potentiomètre DC1 jusqu'à ce que la dynamo tourne à 200 tr/min.

Mesurez la tension générée par la dynamo. Notez-la dans le livret de l'élève. Répétez l'opération pour les autres vitesses indiquées dans le tableau.

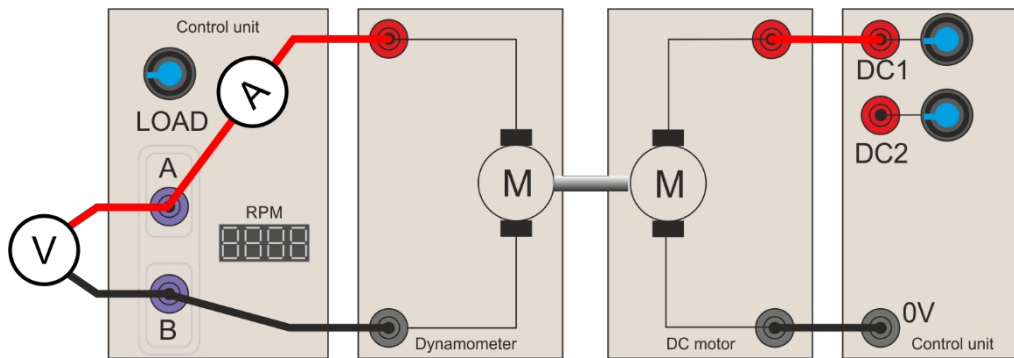
Augmentez la charge et remarquez l'effet que cela a sur la dynamo. Dans le manuel de l'élève, commentez cet effet.

Activité 3 - explorer la Dynamo



La partie suivante étudie l'évolution de la puissance de la dynamo en fonction de l'intensité de l'énergie consommée.

différentes charges. Installez le système illustré sur le schéma. Il est identique au précédent, sauf qu'un ampèremètre a été ajouté pour mesurer le courant de sortie.



Tournez les potentiomètres DC1 et DC2 au minimum et allumez l'unité de contrôle. Allumez un multimètre, réglé pour mesurer la tension continue et l'autre pour mesurer le courant continu.

Tournez le potentiomètre "Load" d'un quart de tour.

Tournez lentement le potentiomètre DC1 jusqu'à ce que la dynamo tourne à 1000 tr/min. Mesurez la tension et le courant générés par la dynamo et notez-les dans le livret de l'élève.

Répétez cette opération pour les autres charges énumérées dans le tableau.



Estimez l'efficacité de la dynamo qui alimente une lampe à incandescence :

- Débranchez la "charge" de l'unité de contrôle et remplacez-la par une ampoule à filament de 12V.
- Tournez le potentiomètre DC1 jusqu'à ce que la dynamo tourne à 400 tr/min.
- Utilisez la formule donnée à la page 15 pour calculer la puissance fournie à la dynamo.
- Mesurez la tension de sortie et le courant fourni **par** la dynamo à l'ampoule.
- Calculez la puissance de sortie et donc le rendement de la dynamo.
- Répétez cette opération pour une vitesse de 800 tr/min.
- Consignez toutes vos observations dans le manuel de l'élève.



Prenez soin de vous !

Ne dépassez pas la tension nominale de l'ampoule, 12 V, ou vous risquez de la faire sauter !

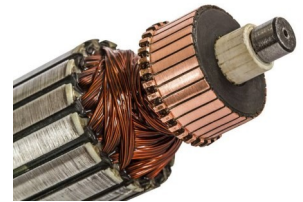
Notions de base sur les moteurs shunt et série

i Dans un moteur à courant continu, le **stator** crée un champ magnétique stationnaire autour du rotor. Dans le moteur PMDC, ce champ magnétique est produit par des aimants permanents.

Dans les moteurs à courant continu à stator bobiné, elle est générée par le passage d'un courant électrique dans une ou plusieurs bobines de fil, appelées bobines de champ, qui se transforment en électro-aimants.

Dans les deux cas, les bobines de fil du **rotor** (ou de l'induit) créent des champs magnétiques qui réagissent avec ceux du stator.

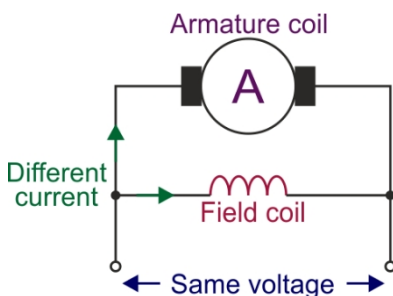
La photographie montre un rotor bobiné avec un collecteur à anneau fendu. Des paires de segments de cuivre autour du collecteur se connectent aux extrémités des bobines de fil dans le rotor.



Il existe deux types de moteurs à courant continu à stator bobiné :

Le moteur à **enroulement shunt** :

- les bobines de champ et d'induit sont connectées en parallèle ;
- le courant dans la bobine d'excitation peut être différent de celui dans la bobine d'induit ;
- les deux bobines sont soumises à la même tension.



Dans la pratique, la bobine d'excitation doit avoir une résistance plus élevée que la bobine d'induit, faute de quoi la majeure partie du courant contournerait la bobine d'induit, ce qui réduirait le couple créé. Par conséquent, la bobine d'excitation utilise un grand nombre de tours de fil fin et, dans la version Matrix, elle est constituée de deux bobines connectées en série.



Le moteur étant déconnecté du banc d'essai,

utiliser un multimètre pour mesurer la résistance du.. :

- enroulements de champ - (entre les bornes **rouge** et **noire**).
- enroulements de l'induit - (bornes **violettes** et **jaunes**).

Inscrivez vos résultats dans le tableau du manuel de l'élève et expliquez comment ils se rapportent à la structure des deux types de moteurs.

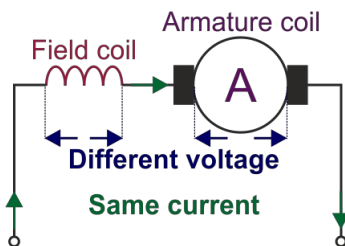


Moteur shunt

i Lorsqu'un courant continu circule dans les bobines d'un moteur, le comportement électrique peut être prédit à l'aide de la loi d'Ohm. Cependant, une fois que le moteur est en marche, les champs magnétiques tournants dans le moteur modifient radicalement le comportement. L'effet est causé par la "back-emf", décrite plus haut, à la page 17. Elle augmente avec la vitesse. De même, lorsqu'un moteur cale, la f.é.m. arrière est nulle. Le courant dans les bobines augmente alors de manière significative et peut conduire à l'arrêt du moteur.

Le moteur à **enroulement en série** :

- les bobines d'excitation et d'armature sont connectées en ligne, l'une après l'autre ;
- le même courant les traverse ;
- il y a généralement une tension différente entre les deux.



Dans la pratique, la bobine d'excitation du stator utilise quelques tours de fil épais, afin de réduire sa résistance électrique. Dans la version Matrix, il y a deux bobines d'excitation, connectées en parallèle pour la même raison.

Une résistance élevée dans la bobine du stator réduirait le courant circulant dans l'induit et le couple créé.



Le moteur étant déconnecté du banc d'essai,
utiliser un multimètre pour mesurer la résistance du.. :

- enroulements de champ - (entre les bornes **rouge** et **noire**).
- enroulements de l'induit - (bornes **violettes** et **jaunes**).

Inscrivez vos résultats dans le tableau du manuel de l'élève et expliquez comment ils se rapportent à la structure des deux types de moteurs.



Moteur universel / série



Comment inverser le sens de rotation ?

(Il existe un risque de court-circuit de l'alimentation électrique en cas d'expérimentation "générale". Vous trouverez ci-dessous une liste de choses "sûres" à essayer).

1. Inverser les connexions de l'alimentation DC1 au stator.
2. Inverser les connexions de l'alimentation DC2 au rotor.
3. Inverser les deux séries de connexions d'alimentation électrique.

Dans le manuel de l'élève, commentez l'effet éventuel de chacun de ces changements sur le sens de rotation du moteur et donnez une explication.



Réglez le moteur shunt de manière à ce qu'il exerce une force sur la balance numérique.

Bien que la balance donne une lecture en grammes, il s'agit d'une mesure de la force avec laquelle le dynamètre appuie sur elle. En d'autres termes, il s'agit d'une mesure du couple de force exercé par le dynamètre.

exercé par le moteur.

Mettez la balance numérique en marche.

Tournez le potentiomètre "Load" à peu près à moitié.

Connecter un multimètre aux prises de sortie DC2 pour mesurer la tension fournie au rotor.

Allumez l'unité de contrôle et tournez lentement le potentiomètre DC2 jusqu'à ce que le compteur affiche une valeur de 5V.

Tournez maintenant lentement le potentiomètre DC1 pour augmenter la tension appliquée aux enroulements du stator jusqu'à ce que le moteur tourne à la vitesse maximale.

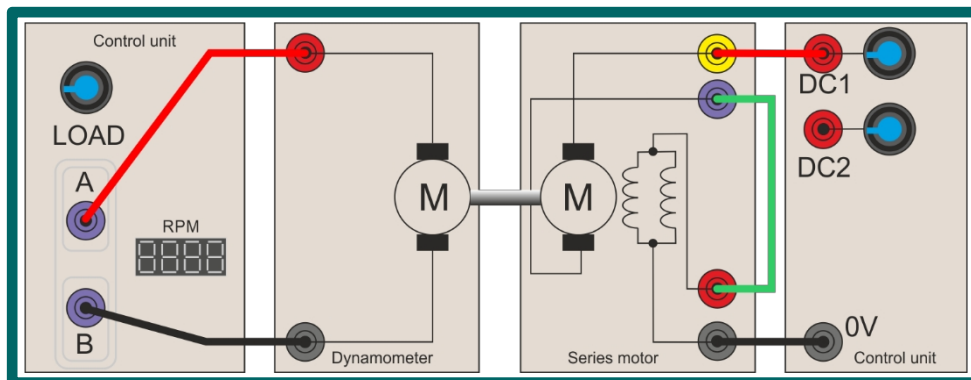
Dans le tableau du manuel de l'élève, notez la valeur maximale de la balance (mesure du couple maximal) et la vitesse maximale.

Répéter cette procédure pour les autres tensions du rotor, indiquées dans le tableau. Notez les résultats et commentez ce qui s'est passé.

Activité 5 - étudier le moteur en série



Mettez en place le système illustré dans le diagramme.



Suivez le câblage entre le moteur et l'alimentation pour vous convaincre que les enroulements du rotor et du stator sont connectés en série.

Notez que les enroulements du stator sont représentés par deux bobines en parallèle, comme expliqué à la page précédente.

Tournez les potentiomètres DC1 et DC2 au minimum et allumez l'unité de contrôle. Tournez le potentiomètre 'Load' à peu près à moitié.

Tournez lentement le potentiomètre DC1 pour augmenter la tension appliquée au moteur. Il doit tourner.



Comment inverser le sens de rotation ?

(Il existe un risque de court-circuit de l'alimentation en courant alternatif lors d'une expérimentation "générale". Vous trouverez ci-dessous une liste de choses "sûres" à essayer).

1. Inverser les connexions aux prises d'alimentation A et B.
2. Inversez les connexions au rotor en intervertissant les fils dans les prises jaune et violette.
3. Inverser les connexions au stator en intervertissant les fils dans les prises rouge et noire.

Dans le manuel de l'élève, commentez l'effet éventuel de chacun de ces changements sur le sens de rotation du moteur.

Activité 5 - étudier le moteur en série



Réglez le moteur en série de manière à ce qu'il exerce une force sur la balance numérique.

Mettez la balance numérique en marche.

Tournez le potentiomètre "Load" à peu près à moitié.

Connecter un multimètre aux prises de sortie de l'alimentation DC1 pour mesurer la tension fournie au moteur.

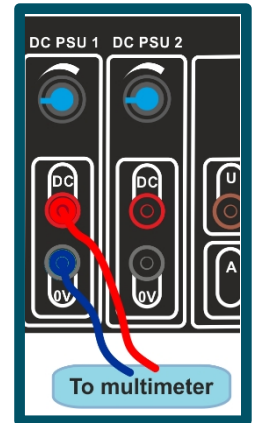
Allumez l'unité de contrôle et tournez lentement le potentiomètre DC1 jusqu'à ce que le compteur affiche une valeur de 5V.

Le moteur doit maintenant tourner et la balance numérique doit afficher une valeur.

Dans le tableau du manuel de l'élève, notez la valeur de la balance et la vitesse.

Répétez cette procédure pour les autres tensions d'alimentation, indiquées dans le tableau.

Notez les résultats et commentez ce qui s'est passé.



L'unité de contrôle délivre une puissance de sortie jusqu'à 100W. Elle s'arrête en cas de dépassement et affiche le message "**Err**" sur l'écran.

Expérimentez pour trouver la tension maximale autorisée et la vitesse du moteur avant que l'alimentation ne soit coupée.

En outre, étudiez l'effet d'une modification de la charge sur ces valeurs.

Consignez vos résultats dans le manuel de l'étudiant.

Série ou shunt :

Le contrôle de la vitesse est un aspect important de la conception des moteurs. Une étude plus détaillée montrerait que

- le moteur shunt offre une très bonne autorégulation de la vitesse et est donc souvent utilisé dans des appareils qui doivent fonctionner à une vitesse constante, comme les tours.
- le moteur à enroulement en série possède le couple de démarrage le plus élevé de tous les moteurs et convient donc parfaitement aux applications telles que les treuils et les grues.
(Toutefois, sa vitesse dépend de la charge et peut donc varier).

AC vs DC :

Dans un circuit à courant continu, le courant circule toujours dans le même sens. La tension peut varier, mais elle ne s'inverse jamais.

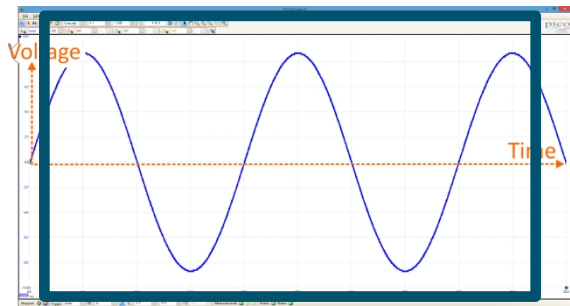
Dans un circuit à courant alternatif, le courant circule dans un sens puis dans l'autre. La tension qui la pousse est tantôt "positive", tantôt "négative".



L'affichage des signaux à courant alternatif nécessite souvent l'utilisation d'un *oscilloscope*, qui produit un graphique tension/temps du signal.

Le diagramme montre la sortie d'une alimentation en courant alternatif, capturée sur un oscilloscope.

Les axes de tension et de temps sont représentés en orange. Une mesure importante d'un signal CA est sa fréquence, c'est-à-dire le nombre de pics (ou de creux) qui se produisent chaque seconde.

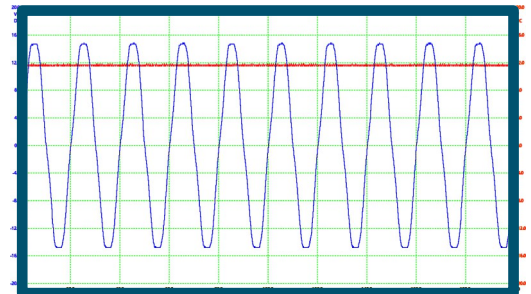


Avis :

- la tension moyenne est nulle - la tension est positive pendant la moitié du temps et négative la moitié du temps ;
- le signal peut être décrit comme ayant une tension de crête de 9V, mais la plupart du temps la tension est beaucoup plus faible.

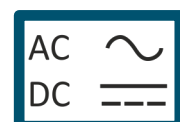
Quel est donc l'**effet** "moyen" d'une alimentation en courant alternatif ? Comment comparer le courant alternatif et le courant continu ? La réponse est la suivante : il faut vérifier si les deux ont le **même effet** sur un appareil tel qu'une ampoule.

Le tracé suivant de l'oscilloscope montre les signaux d'alimentation en courant alternatif et en courant continu qui donnent à une ampoule la **même luminosité**. Remarquez que l'alimentation en courant continu se situe bien en dessous de l'alimentation en courant alternatif valeur de crête.



Cette valeur équivalente en courant continu est appelée valeur efficace de l'alimentation en courant alternatif.

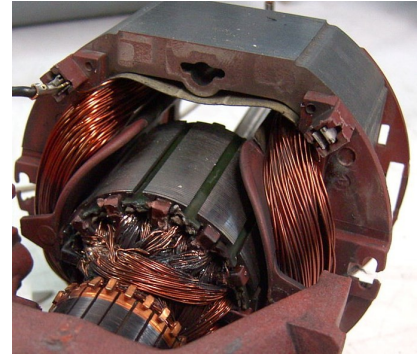
Les symboles représentés dans le diagramme de droite sont souvent utilisés pour distinguer ces formes d'énergie électrique. Ils sont utilisés sur les multimètres, par exemple.



Activité 6 - Explorer le moteur universel

Le moteur à enroulement en série est également connu sous le nom de "moteur universel", car il peut être alimenté aussi bien en courant alternatif qu'en courant continu.

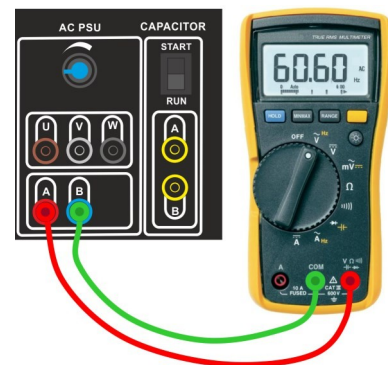
Cette flexibilité fait que ces moteurs sont parmi les plus utilisés. Les applications typiques sont les rabots, les défonceuses, les ponceuses, les meuleuses, les scies, etc.



Connectez un multimètre aux sorties **A** et **B** de l'alimentation en courant alternatif pour lire sa fréquence.

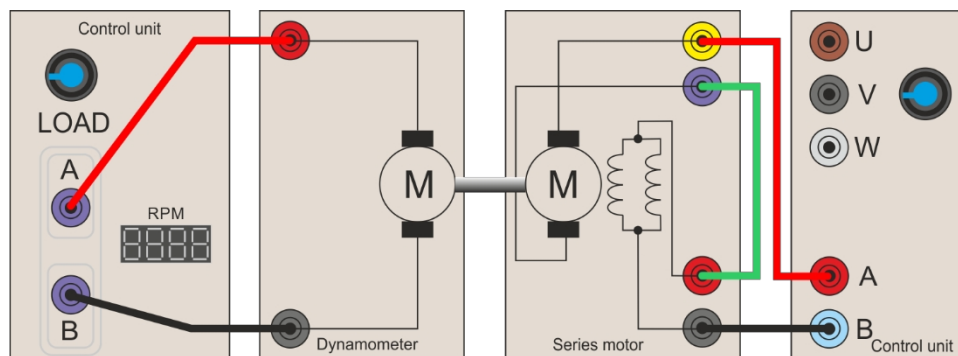
Tournez tous les potentiomètres au minimum et allumez l'unité de contrôle.

Tournez maintenant **lentement** le potentiomètre "AC PSU". Remarquez que la fréquence de l'alimentation en courant alternatif augmente (ce qui n'est pas le cas de la tension).



Ramener le potentiomètre au minimum et éteindre l'unité de contrôle.

Installez maintenant le système illustré dans le diagramme.



Comparez le câblage avec celui illustré pour le moteur série à commande CC à la page 24. La seule différence réside dans le type d'alimentation utilisé.

Allumez l'unité de contrôle et tournez le potentiomètre 'Load' à peu près à moitié. Tournez lentement le potentiomètre de contrôle de la fréquence pour augmenter la fréquence appliquée au moteur. Il devrait bientôt commencer à tourner.



Comment inverser le sens de rotation ? Essayez ce qui suit :

1. Inverser les connexions aux prises d'alimentation A et B.
2. Inverser les connexions au rotor, en intervertissant les fils dans l'espace de travail. les prises jaunes et violettes.
3. Inverser les connexions au stator en intervertissant les fils dans les prises rouge et noire.



Dans le manuel de l'élève, commentez l'effet éventuel de chacun de ces changements sur le sens de rotation du moteur.

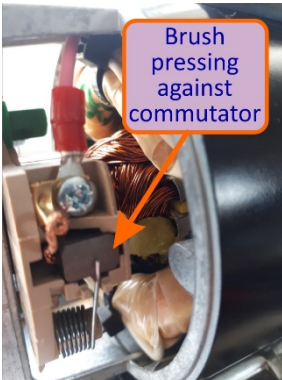
Lorsque vous augmentez la fréquence de l'alimentation en courant alternatif, la vitesse du moteur et la lecture de la balance numérique (mesure du couple exercé) augmentent.

- Expérimentez pour trouver la vitesse maximale et la lecture de l'équilibre.
- Quel est l'effet de l'augmentation de la charge sur ces derniers ?
- Suggérer une cause pour la baisse de vitesse à haute fréquence.

Consignez vos conclusions dans le manuel de l'étudiant.

Un problème -

Tous les moteurs étudiés jusqu'à présent ont besoin d'un courant électrique externe



alimente les enroulements du rotor pour générer un champ magnétique.

Cela nécessite l'utilisation de balais, qui appuient sur le collecteur pour établir une connexion électrique.

Ces brosses s'usent à la longue et doivent être remplacées. Induction
Les moteurs n'ont pas de brosses et nécessitent donc moins d'entretien.



Induction monophasée mo-

Qu'est-ce que l'induction électromagnétique ?

Lorsqu'un conducteur électrique, tel qu'un fil, se déplace dans un champ magnétique, une tension est "induite" dans ce conducteur. De même, lorsqu'un champ magnétique se déplace à travers un conducteur, la même chose se produit. De même, si un conducteur se trouve dans un champ magnétique et que ce champ change, une tension est induite dans le conducteur. Lorsque le conducteur fait partie d'un circuit électrique, un courant peut circuler autour du circuit.

Comment fonctionne un moteur à induction ?

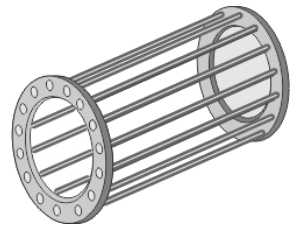
Le **rotor** est généralement constitué d'une bobine de fil ou d'une **cage d'écureuil**.

jeu de barres en cuivre ou en aluminium, court-circuitées par les anneaux d'extrémité.

Ces barres ne sont généralement pas parallèles à l'axe du moteur, mais inclinées à un angle faible par rapport à celui-ci.

Les enroulements du **stator** sont connectés à une source d'alimentation externe et sont alimentés en courant alternatif. Cela crée un champ magnétique **rotatif** qui induit un courant alternatif.

courant électrique dans le rotor. Ce courant produit à son tour son propre champ magnétique, qui réagit au champ magnétique rotatif du stator et fait tourner le rotor.



Rotor à cage d'écureuil



C'est pourquoi on parle de moteur à induction.

Enquête :

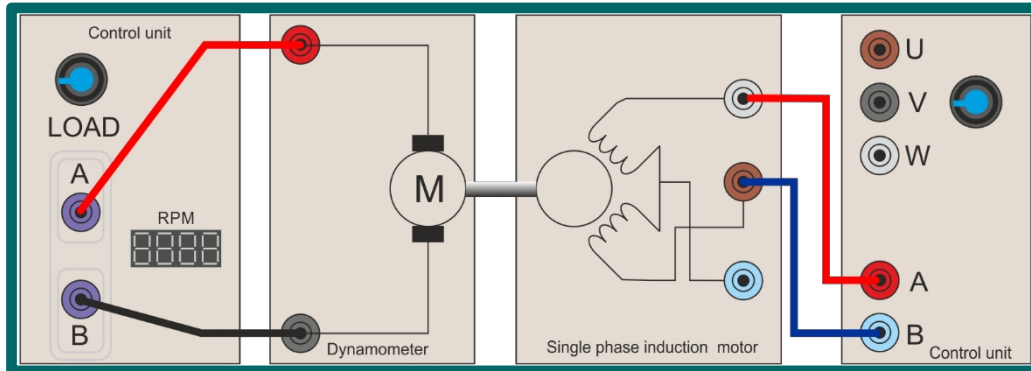
- les avantages et inconvénients relatifs des moteurs à cage d'écureuil et des moteurs à rotor bobiné ;
- pourquoi les barres d'un rotor à cage d'écureuil ne sont pas parallèles à

l'axe du moteur. Notez vos conclusions dans le manuel de l'élève.

Activité 7 - Explorer le moteur à induction



Mettez en place le système illustré dans le diagramme.



Tournez le potentiomètre "Load" à peu près à moitié.

Tournez lentement le potentiomètre "AC PSU" (contrôle de la fréquence) pour augmenter la fréquence de l'alimentation en courant alternatif.

Le moteur ne démarre **pas** ! Dans cette configuration, le moteur ne démarre pas de lui-même.

La raison en est que nous traitons l'ensemble du stator comme une seule bobine. Le courant alternatif est connecté à cette bobine unique et crée un champ magnétique alternatif, mais pas un champ tournant. Pour ce faire, nous avons besoin de deux champs magnétiques distincts, oscillant en décalage l'un par rapport à l'autre.

(Si nous pouvions donner une pichenette à l'arbre du moteur, il tournerait, mais le bouclier qui entoure le moteur ne serait pas en mesure de le faire.

La liaison entre le moteur et le dynamomètre ne le permet pas. Le sens de rotation serait imprévisible. Il dépendrait du sens dans lequel on l'actionnerait !)

La réponse consiste à utiliser un condensateur pour introduire un déphasage entre les signaux appliqués aux bobines du stator.

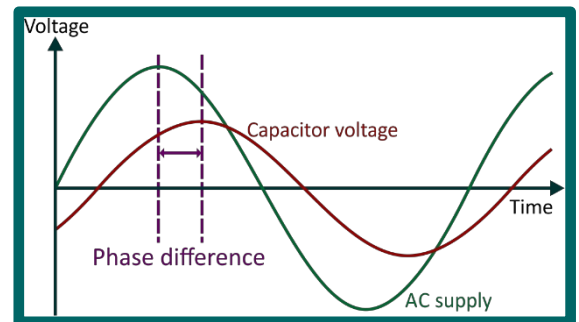
Activité 7 - Explorer le moteur à induction

i

Lorsqu'une tension alternative est appliquée, le condensateur se charge et se décharge de manière à ce que la tension qui le traverse soit "déphasée" (décalée) par rapport à la tension d'alimentation.

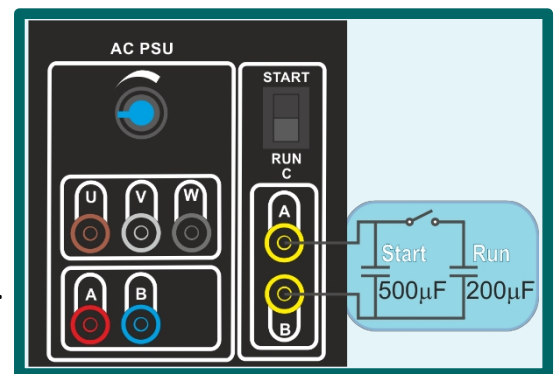
Le pic de tension du condensateur se produit à un

Le temps est différent de celui du pic de la tension d'alimentation. Il y a une "différence de phase" entre les deux.



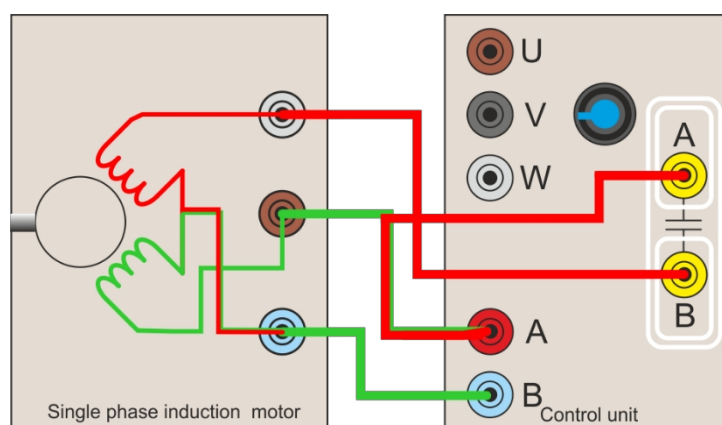
L'unité de contrôle contient deux condensateurs, appelés "Start" et "Run", disponibles via les prises jaunes **A** et **B**.

L'interrupteur situé au-dessus de permet de sélectionner la valeur du condensateur utilisé.



L'arrangement suivant utilisera cette différence de phase.

Le schéma montre en détail les connexions nécessaires.



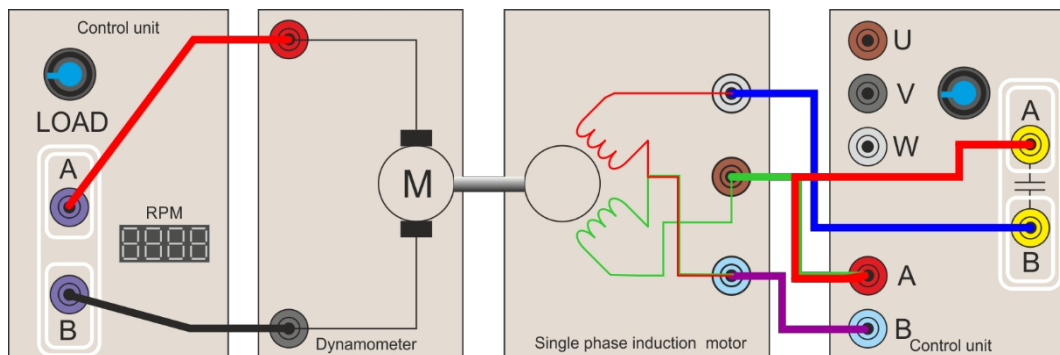
Le stator comporte désormais deux bobines distinctes. Chacune est alimentée en courant alternatif mais, en raison de l'effet du condensateur, ces alimentations présentent un déphasage entre elles.

Chacun d'eux produit un champ magnétique alternatif, mais ceux-ci atteignent leur intensité maximale à des moments différents. La combinaison donne l'impression d'être un champ magnétique tournant.



Mettez en place l'arrangement illustré ci-dessous.

Il reprend les connexions présentées à la page précédente, mais en utilisant des couleurs différentes pour distinguer les fils.



Tournez le potentiomètre "Load" à peu près à moitié.

Tournez lentement le potentiomètre "AC PSU" pour augmenter la fréquence de l'alimentation en courant alternatif. Le moteur tourne !

Tournez le potentiomètre "AC PSU" pour augmenter encore la fréquence de l'alimentation en courant alternatif.

Remarquez l'effet sur le moteur et écrivez un commentaire à ce sujet dans le livret de l'élève.



Comment inverser le sens de rotation ?

(Il existe un risque de court-circuit de l'alimentation en courant alternatif lors d'une expérimentation "générale". Vous trouverez ci-dessous une liste de choses "sûres" à essayer).

1. Inverser les connexions aux prises d'alimentation A et B.
2. Inverser les connexions aux prises **A** et **B** du condensateur jaune.
3. Débranchez les fils "rouge" et "vert" de la prise d'entrée du moteur marron et le fil "bleu" de la prise d'entrée du moteur gris et intervertissez-les de manière à ce que les fils "rouge" et "vert" soient maintenant dans la prise grise et le fil "bleu" dans la prise marron.



Dans le manuel de l'élève, commentez l'effet éventuel de chacun de ces changements sur le sens de rotation du moteur.



Réglez le moteur à induction de manière à ce qu'il exerce une force sur la balance numérique. Mettez la balance numérique en marche.

Tournez le potentiomètre "Load" à peu près à moitié.

Assurez-vous que le condensateur "Start" est sélectionné.

Mettez l'unité de contrôle en marche et tournez lentement le "pot" de réglage de la fréquence sur l'unité d'alimentation en courant alternatif jusqu'à environ un quart de sa course.

Le moteur doit maintenant tourner et la balance numérique doit afficher une valeur.

Dans le tableau du manuel de l'élève, notez la valeur de la balance et la vitesse. Répétez cette procédure pour les autres positions du régulateur de fréquence, indiquées dans le tableau.

Notez les résultats et commentez ce qui s'est passé.

Utilisez l'interrupteur pour commuter entre le condensateur "Start" et le condensateur "Run". Lequel donne la vitesse maximale la plus élevée ?

Notez vos conclusions dans le manuel de l'étudiant.

Comment l'augmentation de la charge affecte-t-elle la vitesse maximale ? Commentez cette question dans le manuel de l'élève.



Recherchez les facteurs qui affectent la "vitesse de décrochage" et le couple maximum dans les moteurs à induction monophasés. Consignez vos conclusions dans le manuel de l'élève.

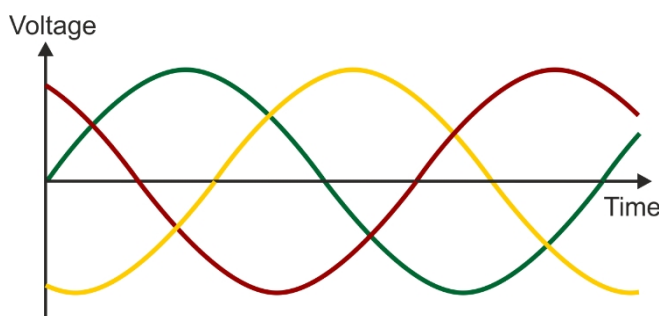


Le type de courant alternatif décrit à la page 26 est connu sous le nom de courant alternatif monophasé. C'est le type de courant utilisé dans les situations de puissance relativement faible, telles que les maisons et les petits bureaux, et il est fourni sur deux fils.



Lorsqu'une plus grande puissance est nécessaire, dans les grandes Par exemple, pour les moteurs à courant alternatif, il est plus économique d'utiliser une alimentation électrique triphasée.

Il délivre trois tensions alternatives distinctes, sur trois fils. Ils ne sont pas en phase, comme le montre le diagramme.



Si l'on considère la tension représentée par un tracé vert, lorsqu'elle est positive, le courant circule dans le fil correspondant jusqu'au moteur et retourne à la source par l'autre fil puisque l'une ou les deux autres tensions, représentées par le jaune et le rouge, sont négatives à ce moment-là.

Ainsi, une alimentation triphasée peut transmettre trois fois plus de puissance en utilisant seulement une fois et demie plus de fils - une phase unique nécessite deux fils, une phase triphasée en nécessite trois !

Avec une alimentation monophasée, la tension d'alimentation est parfois très faible, voire nulle. Avec une alimentation triphasée, les trois phases ne sont jamais nulles et les crêtes des ondes successives sont plus rapprochées. Cela signifie qu'un moteur triphasé fonctionne de manière plus souple et plus efficace.



Activité 8 - Explorer le moteur triphasé

Plus légers et plus compacts que les autres types de moteurs, les moteurs triphasés constituent désormais la force motrice de nombreux véhicules électriques.



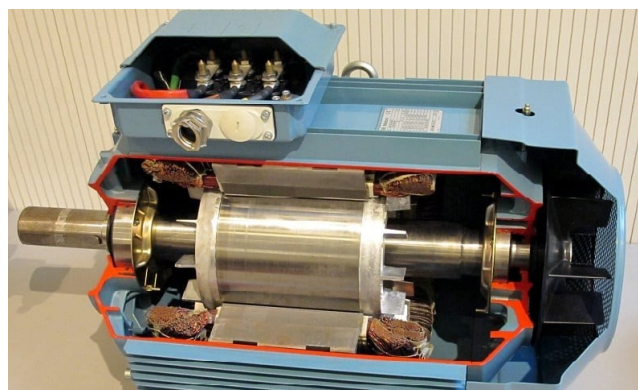
Les moteurs triphasés sont à démarrage automatique. Les champs magnétiques alternatifs distincts et décalés des trois ensembles de bobines du stator créent, en fait, un champ magnétique rotatif.

La structure du moteur est donc plus simple - pas de démarrage par condensateur !

La photographie montre un moteur triphasé dont une partie de la coque extérieure a été découpée.

loin. Remarquez l'absence de brosses et d'ailettes dans le rotor.

Les moteurs à induction fonctionnent en induisant un courant et donc un champ magnétique dans le rotor.



Le moteur triphasé utilise six prises de couleur pour connecter l'alimentation aux bobines du stator. Dans le schéma ci-dessous, elles sont étiquetées de "A" à "F".

Utilisez un multimètre réglé pour mesurer la résistance afin de déterminer quelles paires de douilles sont connectées à chaque bobine.

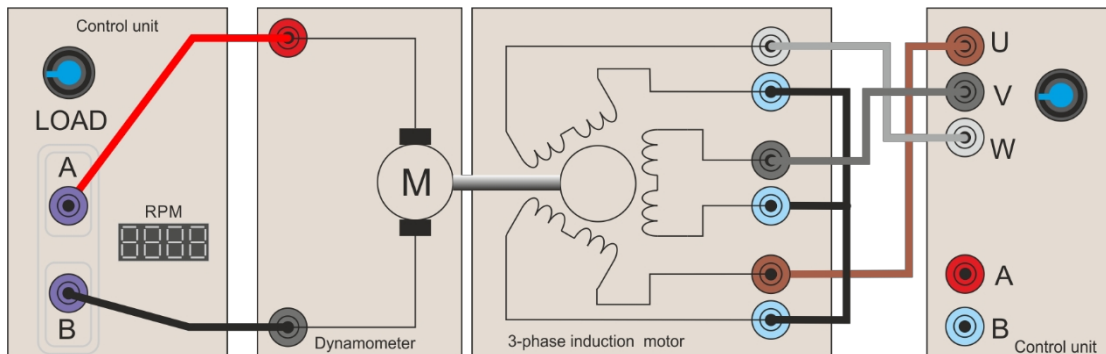
Inscrivez vos résultats dans le tableau figurant dans le manuel de l'élève.



Activité 8 - Explorer le moteur triphasé



Mettez en place l'arrangement illustré ci-dessous.



(Les couleurs des fils dans le diagramme sont choisies pour clarifier les connexions. Connectez toutes les prises bleues du moteur ensemble, puis connectez les autres prises du moteur à la prise de couleur correspondante sur le bloc d'alimentation.)

Tournez le potentiomètre "Load" à peu près à moitié.

Tournez le potentiomètre "AC PSU" d'environ un tiers de sa course. (Comme nous l'avons vu, cela augmente la fréquence de l'alimentation en courant alternatif).

Le moteur se met probablement en marche, mais l'écran affiche ensuite "Err" !

Attendez quelques secondes et le moteur commence à tourner.

Le bloc d'alimentation est conçu pour détecter l'afflux initial de courant et se couper.

Elle attend ensuite quelques secondes, efface la condition de défaut

et rétablit le courant. Utilisez le potentiomètre "AC PSU" pour régler la fréquence de l'alimentation en courant alternatif.

Observez l'effet sur le moteur et décrivez ce que vous trouvez dans le manuel de l'élève.

Estimez la vitesse et le couple maximums (tels qu'indiqués par la lecture de la balance).



Comment inverser le sens de rotation ?

(Encore une fois, évitez les expériences "générales" qui risquent de court-circuiter l'alimentation électrique ! Vous trouverez ci-dessous une liste de choses "sûres" à essayer).

1. Intervertissez les fils branchés dans les prises "U" et "V" de l'alimentation.
2. Intervertissez les fils branchés dans les prises "U" et "W" de l'alimentation.
3. Intervertissez les fils branchés dans les prises "V" et "W" de l'alimentation.

Dans le manuel de l'élève, commentez l'effet éventuel de chacun de ces changements sur le sens de rotation du moteur.

Le moteur à courant continu sans balais

Dans un moteur à courant continu **à balais**, le stator génère un champ magnétique, soit à partir d'un champ d'induction, soit à partir d'un champ d'induction d'un aimant permanent ou d'un électro-aimant. Le rotor est un électro-aimant qui tourne parce que le sens du courant dans l'électro-aimant est inversé périodiquement, à l'aide d'un collecteur et de balais.

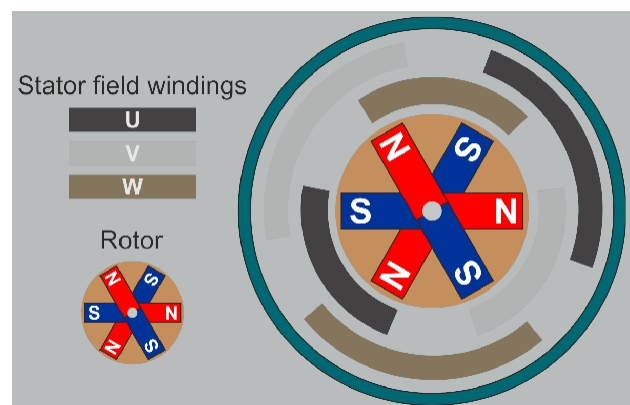
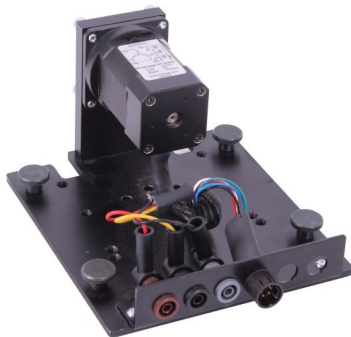
Cette conception pose des problèmes :

- Les balais limitent la vitesse maximale du moteur et finissent par s'user.
- En établissant et en rompant le contact, les brosses provoquent des étincelles et des bruits électriques.

Dans le moteur à courant continu **sans balais**, la structure est inversée.

Le stator contient un certain nombre d'électro-aimants. Le rotor est un aimant permanent en rotation. Les électro-aimants du stator sont contrôlés électroniquement pour générer un courant électrique.

les champs magnétiques qui font tourner le rotor.



Les avantages de cette disposition sont les suivants :

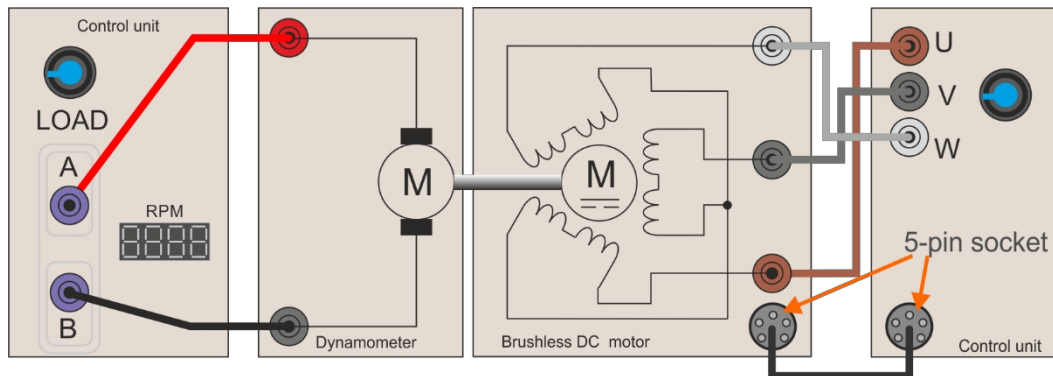
- Les moteurs à courant continu sans balais ont un meilleur rapport poids/puissance, ce qui les rend utiles dans les applications sensibles au poids comme les drones.
- Le contrôle électronique est plus précis et peut modifier les signaux de commande pour optimiser l'efficacité à la vitesse requise.
- Il n'y a pas de brosses qui s'usent et il y a beaucoup moins de bruit électrique.



Activité 9 - Étude du moteur à courant continu sans balais



Mettez en place l'arrangement illustré ci-dessous.



(Une fois de plus, les couleurs des fils dans le diagramme sont choisies pour clarifier les connexions. Un câble multibrin supplémentaire est utilisé pour renvoyer des informations sur la position du rotor).

Tournez le potentiomètre "Load" à peu près à moitié.

Tournez lentement le potentiomètre "AC PSU" pour augmenter la fréquence de l'alimentation en courant alternatif. Le moteur tourne maintenant.

Régler la fréquence de l'alimentation en courant alternatif et observer l'effet sur la vitesse du moteur. Estimez la vitesse maximale possible.

Dans le manuel de l'étudiant, décrivez vos conclusions.

La position du rotor est détectée par un ensemble de capteurs à effet Hall. Les signaux qu'ils émettent, via les fiches à cinq broches et le câble, informent l'unité de contrôle de la position du rotor, ce qui lui permet d'ajuster ses signaux de commande en conséquence.

Que se passe-t-il si vous débranchez l'une des fiches à cinq broches pendant que le moteur tourne ? Essayez-le !

Le système de contrôle complexe ne permet pas d'inverser facilement le sens de rotation.



Faites des recherches sur le thème de l'effet Hall et rédigez un résumé de vos conclusions dans le manuel de l'élève.

Machines électriques

Manuel de l'étudiant

Sécurité

Choc électrique

Le risque est minime :

- La sortie de l'unité de contrôle est limitée à 24V AC ou DC.
- Le dynamomètre génère des tensions continues.
- A vitesse maximale, la tension générée est inférieure à 30VDC.
- L'unité de contrôle ne fonctionne que si un moteur est branché sur le dynamomètre.

Choc physique

L'équipement est lourd !

La chute d'un appareil peut entraîner des blessures graves.

Le risque est réduit en restant assis pendant l'utilisation de l'équipement.

Les pièces rotatives exposées constituent un danger potentiel car les cheveux et les vêtements peuvent s'y accrocher.

dans ces derniers. La protection en plastique présente entre le dynamomètre et le moteur testé signifie qu'aucune pièce rotative n'est exposée.

Page 5 - Alimentations :

Alimentation en courant continu - (CC = courant continu) :

- une borne est toujours positive, l'autre toujours négative ;
- circulation à sens unique" - le courant circule toujours dans le même sens dans le circuit.

Alimentation en courant alternatif - (CA = courant alternatif) :

- Les terminaux changent de polarité à plusieurs reprises, l'un étant positif, l'autre négatif, puis ils s'échangent ;
- circulation dans les deux sens - le courant circule dans le sens des aiguilles d'une montre, puis dans le sens inverse des aiguilles d'une montre autour du circuit.

Le courant alternatif peut être converti en courant continu à l'aide des processus de rectification et de régulation.

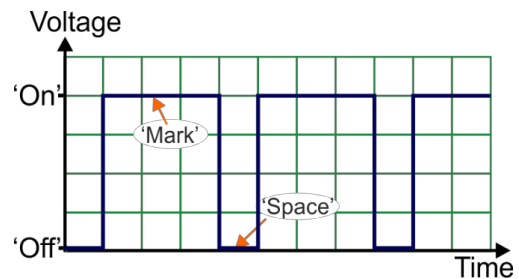
Le courant continu peut être converti en courant alternatif à l'aide d'un appareil appelé onduleur.

Page 7 - Exploration de l'alimentation en courant continu :

Le moteur à courant continu est commandé par modulation de largeur d'impulsion (MLI). La partie "marche" de l'impulsion est appelée "marque" et la partie "arrêt" est appelée "espace".

Augmenter le rendement - augmenter la durée de la marque et réduire l'espace - le moteur reste en marche plus longtemps. Il tourne donc plus vite.

Diminuer la puissance signifie que le moteur est éteint plus longtemps et allumé moins longtemps - plus d'espace et moins de marques ! Par conséquent, il fonctionne davantage lentement.



Dans le jargon, la vitesse du moteur est contrôlée en modifiant le "rapport marque/espace" de l'impulsion, c'est-à-dire le rapport marche/arrêt.

Cette forme de contrôle peut être décrite à l'aide du terme "cycle d'utilisation". Il s'agit de la fraction du signal pour laquelle le moteur est "en marche". Un rapport marque/espace de 3:1 correspond à un rapport cyclique de 75 %.

Défi - L'avantage du PWM par rapport à une simple commande analogique est le suivant :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Page 12 - Exercer un couple :

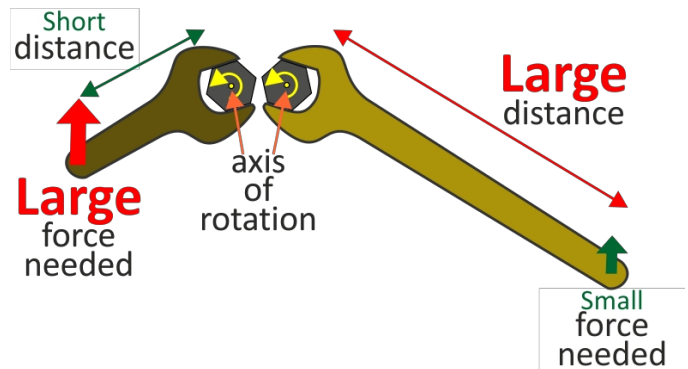
Pour changer le sens de rotation d'un moteur à courant continu, inversez les connexions électriques.

Page 13 - Qu'est-ce que le couple ?

Le couple est l'*effet de rotation* d'une force. Il est calculé à partir de l'équation :

couple T = force x distance à l'axe Plus la force est importante et plus la distance à l'axe de rotation est grande, plus le **couple** est important.

ger le couple de serrage. C'est pourquoi il est plus facile d'utiliser une clé longue qu'une clé courte pour desserrer un écrou.



La balance numérique mesure la **masse, c'est-à-dire** la quantité de matière contenue dans un corps, et non la force. La force et la masse sont liées par "g", l'intensité du champ gravitationnel, c'est-à-dire la force avec laquelle la gravité de la Terre exerce une pression sur la matière, soit une force d'environ 10 N par kilogramme.

Cela signifie que :

$$\text{force du dynamomètre sur la balance} = 10 \times \text{lecture de la balance}$$

Par exemple :

Calculez le couple qui produit une lecture de 250g sur la balance numérique.

$$1000g = 1kg$$

$$\text{so } 250g = 0,25 \text{ kg}$$

Cela correspond à une force (due à la gravité) de $0,25 \times 10 = 2,5 \text{ N}$.

Pour le dynamomètre, on l'applique à une distance de 0,04 m de l'axe de rotation. Le couple résultant est de $2,5 \times 0,04 = 0,1 \text{ N.m}$

Page 14 - Exploration du moteur à courant continu :

Réglage de l'alimentation	Vitesse (tr/min)	Lecture de la balance (g)	Lecture de la balance (kg)	Couple (N.m)
Un tiers				
Deux tiers				
Maximum				

Plus la valeur augmente, plus le moteur tourne rapidement et plus il génère de couple.

Page 15 - Exploration du moteur à courant continu :

L'efficacité est une mesure de la quantité d'énergie fournie par l'unité de contrôle qui est utilisée efficacement et de la quantité qui est gaspillée (sous forme de chaleur en général).

Il est calculé à l'aide de la formule suivante :

$$\text{Rendement} = \frac{\text{énergie fournie par le moteur à la charge} \times 100 \%}{\text{de l'énergie fournie par l'unité de commande}}$$

Dans ce cas, il est plus facile de travailler avec la puissance qu'avec l'énergie.

La puissance est le taux auquel l'énergie est fournie, c'est-à-dire l'énergie fournie par seconde. La formule est la suivante :

$$\text{Rendement} = \frac{\text{puissance mécanique développée par le moteur} \times 100 \%}{\text{de la puissance électrique délivrée par l'unité de commande}}$$

La puissance mécanique est calculée à l'aide de la formule suivante

$$\text{Puissance mécanique} = (2 \times n \times \pi \times T) / 60$$

où **n** est la vitesse du moteur en tr/min et **T** est le couple développé.

La puissance électrique est calculée à l'aide de la formule suivante :

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

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

Réglage de l'alimentation	Puissance électrique délivrée au moteur	Puissance mécanique délivrée à la charge	Efficacité
Un tiers			
Deux tiers			
Maximum			

Ces résultats montrent que le rendement du moteur dépend de sa vitesse.

Effets de la modification de la charge :

.....

.....

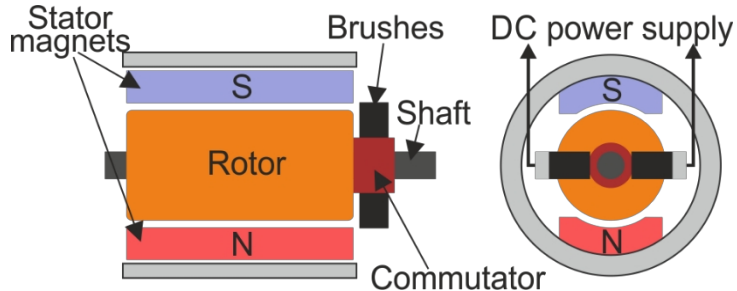
.....

.....

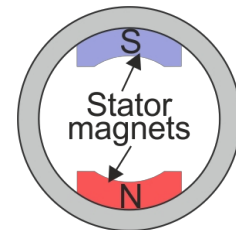
Page 16 - Exploration du moteur à courant continu :

Le moteur à courant continu (à balais) est composé du stator, du rotor (ou de l'induit), de l'arbre de transmission et de l'arbre de transmission.

le collecteur et les balais.



Le **stator** génère un champ magnétique stationnaire à l'aide d'aimants permanents ou d'électro-aimants. Ce champ entoure le rotor.

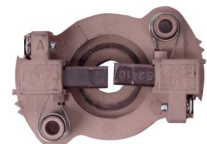


Le **rotor** est constitué d'un certain nombre de bobines isolées. Lorsque celles-ci sont traversées par un courant, elles génèrent des champs magnétiques qui interagissent avec le champ du stator, ce qui fait tourner le rotor.



Le **collecteur** inverse le flux de courant autour des enroulements du rotor pour maintenir ce dernier en rotation. Il se compose d'un tambour fixé au rotor, divisé en plusieurs sections.

Les **balais** glissent sur le collecteur lorsque le moteur tourne. Ce faisant, ils entrent en contact avec différents segments du collecteur, qui sont fixés à différents enroulements du rotor.



Page 17 - Exploration du moteur à courant continu :

Caractéristiques des moteurs à courant continu à aimant permanent (PMDC) :

- La vitesse du moteur dépend de la tension d'alimentation.
- Le couple du moteur dépend du courant d'alimentation.
- ***Une tension d'alimentation plus élevée fait tourner le moteur plus rapidement.***

Ce n'est pas une surprise !

Tension plus élevée $\Rightarrow$ courant plus important $\Rightarrow$ champ magnétique plus intense dans les enroulements du rotor $\Rightarrow$ force magnétique plus importante sur le rotor en raison de l'interaction avec le champ magnétique du stator $\Rightarrow$ **le moteur tourne plus vite !**

- ***L'augmentation de la charge ralentit le moteur mais augmente le courant qu'il requiert. OU plus le moteur tourne vite, plus le courant prélevé sur l'alimentation est faible !***

L'explication : "**back-emf**" :

- Les enroulements du rotor qui tournent dans le champ magnétique du stator génèrent une tension, appelée "force contre-électromotrice".
- Cela s'oppose à la tension d'alimentation.
- En conséquence, la tension globale appliquée aux enroulements du rotor est réduite.
- Plus la rotation est rapide $\Rightarrow$ plus la force contre-électromotrice est importante $\Rightarrow$ plus la tension globale est faible $\Rightarrow$ plus le courant qui en résulte est faible.

Ajout d'une charge au moteur :

- le ralentit ;
- réduit la tension de retour ;
- augmente la tension globale ;
- et augmente ainsi le courant.

Page 18 - Exploration du moteur à courant continu :

Les deux avantages du moteur PMDC sont son couple de démarrage élevé et le comportement (presque) linéaire du graphique vitesse/couple. L'inconvénient est que les balais s'usent avec le temps et qu'il est difficile de les remplacer. les composants les plus susceptibles de tomber en panne.

Les autres avantages et inconvénients sont les suivants :

.....

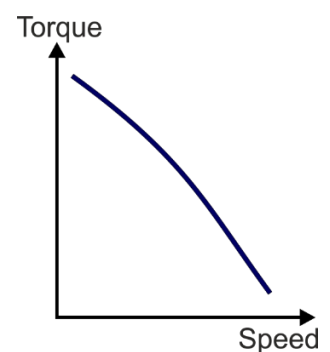
.....

.....

.....

Les utilisations du moteur PMDC sont les suivantes

- à la maison - lecteurs d'ordinateurs, brosses à dents électriques, aspirateurs portables, mixeurs, perceuses portables, taille-haies.
- dans les véhicules - essuie-glaces/lave-glaces, vitres électriques, ventilateur de chauffage.



Page 19 - Et maintenant, la dynamo :

Le moteur à courant continu à aimant permanent tourne lorsqu'il est alimenté en électricité. La dynamo a la même structure de base mais fonctionne en sens inverse : lorsqu'elle tourne, elle produit de l'électricité.

1. Tension de sortie en fonction de la vitesse :

Vitesse tr/min.	Tension générée
200	
400	
600	
800	

Effets de la modification de la charge

.....

.....

.....

2. Puissance de sortie en fonction de la charge :

Chargement	Puissance d'entrée	Tension générée	Courant de sortie	Puissance de sortie	Efficacité
Un quart					
La moitié					
Trois quarts					
Complet					

Défi - Allumer l'ampoule :

Vitesse tr/min	Puissance d'entrée	Tension générée	Courant de sortie	Puissance de sortie	Efficacité
400					
800					

Le verdict :

L'efficacité de la dynamo varie en fonction de sa vitesse. Choisissez la bonne combinaison de machine et de boîte de vitesses pour obtenir un rendement maximal.

Page 20 - Notions de base sur les moteurs série et shunt :

Dans un moteur à courant continu, le **stator** crée un champ magnétique stationnaire autour du rotor.

Dans le moteur PMDC, elle est produite par des aimants permanents.

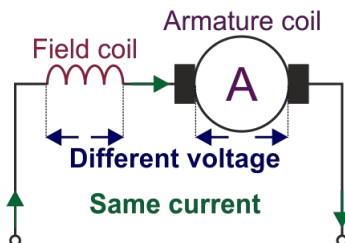
Dans les moteurs à courant continu à stator bobiné, elle est générée en faisant passer un courant électrique à travers des bobines de fil, appelées bobines de champ, les transformant en électro-aimants.

Dans les deux cas, les bobines de fil du rotor (ou de l'induit) créent des champs magnétiques qui réagissent avec ceux du stator.

Il existe deux types de moteurs à courant continu à stator bobiné :

Le moteur à enroulement en série :

- les bobines d'excitation et d'armature sont connectées en ligne, l'une après l'autre ;
- le même courant les traverse ;
- il y a généralement une tension différente entre les deux.

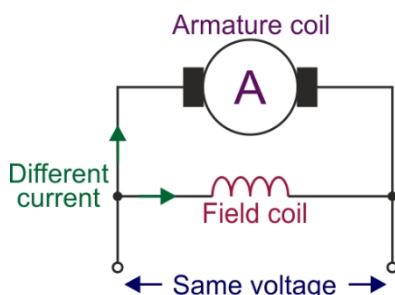


En pratique, la bobine de champ utilise quelques tours de fil épais, afin de réduire sa résistance électrique.

Sinon, cela réduirait le courant circulant dans l'induit et le couple créé.

Le moteur à enroulement shunt :

- les bobines de champ et d'induit sont connectées en parallèle ;
- le courant dans la bobine d'excitation peut être différent de celui dans la bobine d'induit ;
- les deux bobines sont soumises à la même tension.



Dans la pratique, la bobine d'excitation doit avoir une résistance plus élevée que la bobine d'induit, sinon la majeure partie du courant contournerait la bobine d'induit, ce qui réduirait le couple créé. Pour ce faire, la bobine d'excitation utilise un grand nombre de tours de fil fin.

Lorsqu'un courant continu traverse les bobines d'un moteur, le comportement électrique est le suivant

peut être prédit à l'aide de la loi d'Ohm. Cependant, une fois que le moteur est en marche, les champs magnétiques tournants dans le moteur modifient radicalement le comportement.

L'effet est causé par la "force contre-électromotrice", décrite plus haut. Il augmente à mesure que la vitesse

augmente. De même, lorsqu'un moteur cale, la force contre-électromotrice est nulle. Le courant dans les bobines augmente alors de manière significative et peut entraîner l'arrêt du moteur.

Le moteur à enroulement en série est souvent appelé "moteur universel" parce qu'il peut fonctionner aussi bien en courant alternatif qu'en courant continu. Cette flexibilité fait que les moteurs universels sont parmi les plus utilisés, dans des applications telles que les rabots, les défonceuses, les ponceuses, les meuleuses, les scies, etc.

Mesures de la résistance de la bobine :

Moteur à enroulement	Résistance de l'induit (Ω)	Résistance de la bobine de champ (Ω)
Série		
Shunt		

Expliquez comment ces mesures confirment la description de la structure des deux types de moteurs faite à la page précédente.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Manuel de l'étudiant

Page 22 - Enquête sur le moteur shunt :

Défi - Comment inverser le sens de rotation ?

Tentative 1 - inverser les connexions de l'alimentation DC1 au stator.

.....

.....

.....

Tentative 2 - inverser les connexions de l'alimentation DC2 au rotor.

.....

.....

.....

Tentative 3 - inverser les deux séries de connexions d'alimentation.

.....

.....

.....

Performances du moteur shunt :

Tension d'alimentation DC2 (rotor) (V)	Maximum vitesse (tr/min)	Maximum équilibre lecture (g)
6		
9		
12		
15		

Commentaires :

.....

.....

.....

Série ou shunt :

Le contrôle de la vitesse est un aspect important de la conception des moteurs. Le moteur shunt offre une très bonne autorégulation de la vitesse. C'est pourquoi il est souvent utilisé dans des appareils qui doivent fonctionner à une vitesse constante, comme les tours.

Le moteur à enroulement en série a le couple de démarrage le plus élevé de tous les moteurs. Il est idéalement

Page 24 - Enquête sur le moteur en série :
Défi - Comment inverser le sens de rotation ?

Tentative 1 - inverser les connexions aux prises d'alimentation A et B.

.....

.....

.....

Tentative 2 - inverser les connexions au rotor, en intervertissant les fils dans la zone d'alimentation.

les prises jaunes et violettes.

.....

.....

.....

Tentative 3 - inverser les connexions au stator, en intervertissant les fils dans les prises rouge et noire.

.....

.....

.....

Performance des moteurs de la série :

Tension d'alimentation DC1 (V)	Vitesse (tr/min)	Lecture de la balance (g)
5		
8		
11		
14		

Commentaires :

.....

.....

.....

.....

Page 24 - Enquête sur le moteur en série :

Défi - L'unité de contrôle délivre une puissance de sortie allant jusqu'à 100W. Elle s'éteint lorsque

est dépassée et affiche le message "**Err**" sur l'écran.

Tension maximale autorisée et vitesse du moteur avant la

coupure : Tension d'alimentation maximale =

.....

Vitesse maximale =

Effet de la modification de la charge sur ces valeurs :

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Série ou shunt :

Le contrôle de la vitesse est un aspect important de la conception des moteurs. Le moteur shunt offre une très bonne autorégulation de la vitesse. C'est pourquoi il est souvent utilisé dans des appareils qui doivent fonctionner à une vitesse constante, comme les tours.

Le moteur à enroulement en série a le couple de démarrage le plus élevé de tous les moteurs. Il convient parfaitement aux applications où ce couple initial élevé est important, comme les treuils et les grues. Cependant, sa vitesse dépend de la charge et peut donc varier.

Page 26 - Exploration du moteur universel :

Défi - Comment inverser le sens de rotation ?

Tentative 1 - inverser les connexions aux prises d'alimentation A et B.

.....

.....

.....

Tentative 2 - inverser les connexions au rotor, en intervertissant les fils.
dans les prises jaune et violette.

.....

.....

.....

Tentative 3 - inverser les connexions au stator, en intervertissant les fils dans les
prises rouge et noire.

.....

.....

.....

Challenge - Effet de la fréquence sur la performance motrice :

Tension d'alimentation maximale =

Vitesse maximale =

Effet de la modification de la charge sur ces valeurs :

.....

.....

.....

Cause possible de la baisse de vitesse à haute fréquence :

.....

.....

.....

Page 29 - Présentation du moteur à induction :

Les moteurs à induction n'ont pas de balais qui s'usent. nécessitent moins d'entretien.

Comment cela fonctionne-t-il ?

Le **rotor** n'est pas connecté à une alimentation externe.

Il s'agit généralement d'une bobine de fil ou d'une **cage d'écureuil**.

de barres métalliques, à l'instar de ce qui est illustré dans l'illustration.

diagramme.

Les enroulements du **stator** sont connectés à une alimentation externe et sont alimentés en courant

alternatif. Cela crée un champ magnétique **rotatif**.

Ce champ induit un courant électrique dans le rotor. Les

Le courant induit produit son propre champ magnétique, qui réagit avec le champ magnétique tournant du stator et fait tourner le rotor.

C'est pourquoi on parle de moteur à induction.

Défi - Quels sont les avantages et les inconvénients de la cage d'écureuil et de la cage d'écureuil ?

moteurs à rotor bobiné ?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Pourquoi les conducteurs d'un rotor à cage d'écureuil ne sont-ils pas parallèles à l'axe du moteur ?

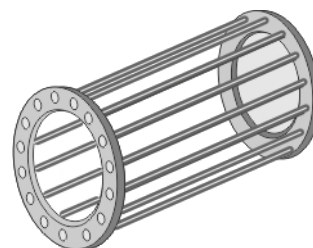
.....

.....

.....



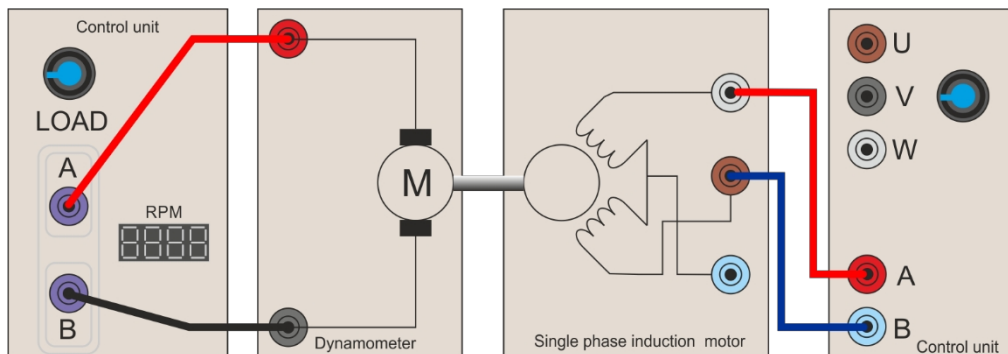
Moteur à induction monophasé



Rotor à cage d'écureuil

Page 31 - Exploration du moteur à induction :

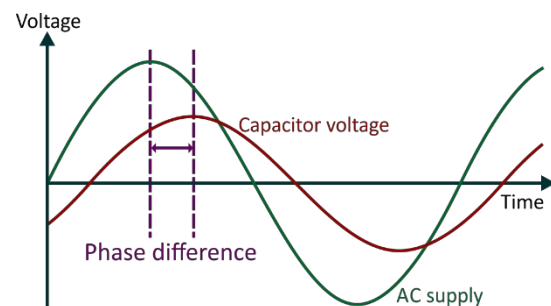
A l'état brut, branché comme sur le schéma, ce moteur n'est pas auto-démarrant !



La raison en est que nous traitons l'ensemble du stator comme une seule bobine. L'alimentation en courant alternatif est connectée à cette seule bobine et crée un champ magnétique *alternatif*, mais pas un champ *tournant*. Pour ce faire, nous avons besoin de deux champs magnétiques distincts, oscillant en décalage l'un par rapport à l'autre.

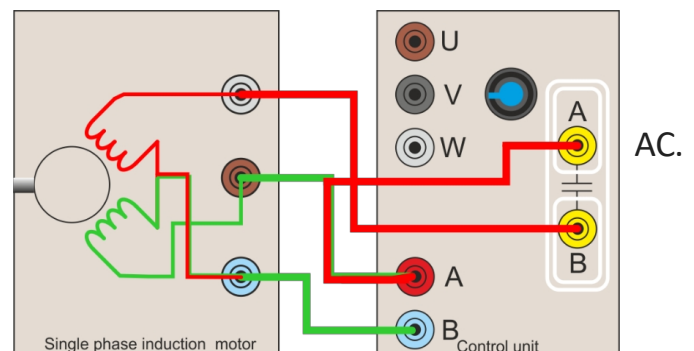
Une réponse consiste à utiliser un condensateur pour introduire un déphasage entre les signaux appliqués aux bobines du stator.

Lorsqu'une tension alternative est appliquée à un condensateur, celui-ci se charge et se décharge de telle sorte que la tension qui le traverse est "déphasée" (pas en pas) avec la tension d'alimentation. Le pic de la tension du condensateur se produit à un moment différent du pic de la tension d'alimentation.



L'arrangement ci-contre montre comment utiliser cet effet :

Le moteur tourne maintenant lorsqu'il est alimenté. La vitesse du moteur dépend de la fréquence de l'alimentation - plus la fréquence est élevée, plus la rotation est rapide.



Défi - Comment inverser le sens de rotation ?

Tentative 1 - inverser les connexions aux prises d'alimentation A et B :

.....

.....

.....

.....

Tentative 2 - inverser les connexions aux prises **A** et **B** du condensateur jaune :

.....

.....

.....

.....

Troisième tentative - intervertir les connexions à la prise d'entrée marron et à la prise d'entrée grise :

.....

.....

.....

.....

Pour réussir à inverser la rotation, il fallait inverser l'un des champs créés par les bobines du stator.

Page 33 - Utilisation du moteur à induction :

Lorsque la fréquence d'alimentation est modifiée, le comportement du moteur fonctionnant sur le "Start".
est indiqué dans le tableau :

Pot de réglage de la fréquence	Vitesse (tr/min)	Équilibre lecture (g)
un quart de tour		
un demi-tour		
trois quarts de tour		
maximum		

Commentez ces résultats :

.....

.....

.....

Comparaison des performances du moteur avec les condensateurs "Start" et "Run" :

Condensateur	Maximum Vitesse (tr/min)	Équilibre lecture (g)
Démarrage		
Exécuter		

Effet de la charge sur la vitesse maximale :

.....

.....

.....

Facteurs affectant la vitesse de décrochage et le couple maximal :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

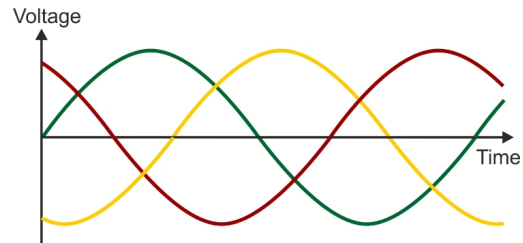
.....

Page 34 - AC triphasé :

Lorsqu'une plus grande puissance est nécessaire, par exemple pour les gros moteurs, un moteur triphasé peut être utilisé.

L'alimentation en électricité est souvent utilisée.

Il délivre trois tensions alternatives distinctes, le long de trois fils. Elles ne sont pas en phase, comme le montre le schéma.



Comme les phases ne sont jamais nulles en même temps et que les crêtes des ondes successives sont plus proches les uns des autres, un moteur triphasé fonctionne de manière plus régulière et plus efficace.

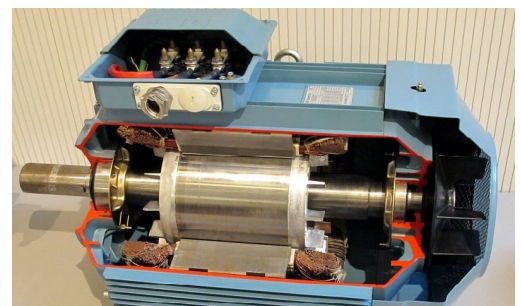
Les moteurs triphasés sont à démarrage automatique - le démarrage séparé, décalé, alternatif, etc.

Les champs magnétiques des trois séries de bobines du stator créent l'effet d'un champ tournant. La structure du moteur est donc plus simple - pas besoin de démarrage par condensateur !

Page 35 - Exploration du moteur triphasé :

La photographie montre une vue en coupe d'un moteur triphasé. Remarquez l'absence de balais et d'enroulements dans le rotor.

Les moteurs à induction fonctionnent en induisant un courant et donc un champ magnétique dans le rotor.



Le moteur triphasé Matrix utilise six prises de couleur pour connecter l'alimentation aux bobines du stator. Sur le schéma, elles sont étiquetées de "A" à "F".

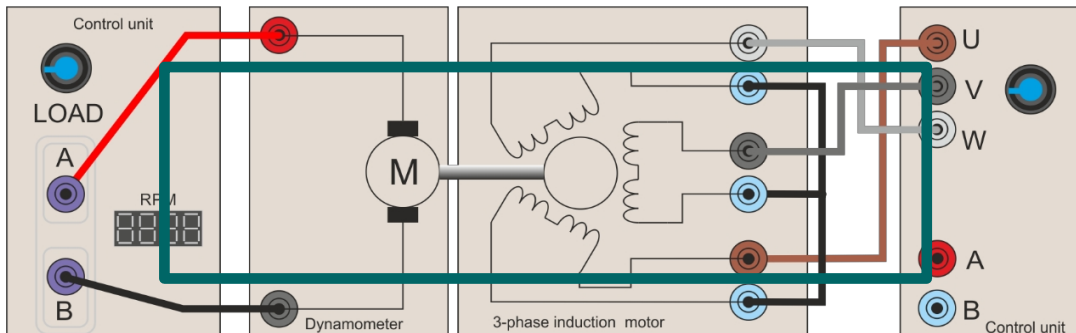


Enregistrement des mesures effectuées :

Bobine	Connecté aux prises	Résistance de la bobine (Ω)
Bobine 1		
Bobine 2		
Bobine 2		

Page 36 - Enquête sur le moteur triphasé :

Le schéma montre comment le moteur est connecté à l'alimentation triphasée.



- Les prises bleues du moteur sont toutes connectées ensemble.
- Chacune des autres prises de moteur est connectée à la prise de couleur correspondante sur le bloc d'alimentation.

Lorsque le potentiomètre "AC PSU" est tourné à environ un tiers de sa course pour augmenter la fréquence de l'alimentation en courant alternatif, le moteur se met à osciller, puis l'écran affiche "Err".

Le bloc d'alimentation est conçu pour détecter l'afflux initial de courant et se couper. Il attend ensuite quelques secondes, efface la condition de défaut et rétablit le courant.

Effet de la fréquence sur les performances motrices :

Effet de l'augmentation de la fréquence :

.....

.....

Vitesse maximale = Valeur maximale de la balance =

Cause possible de la chute de la vitesse à haute fréquence :

.....

.....

Défi - Comment inverser le sens de rotation ?

Tentative 1 - Intervertir les fils branchés dans les prises d'alimentation "U" et "V".

.....

.....

Tentative 2 - Intervertir les fils branchés dans les prises d'alimentation "U" et "W".

.....

.....

Tentative 3 - Intervertir les fils branchés sur l'alimentation "V" et "W".

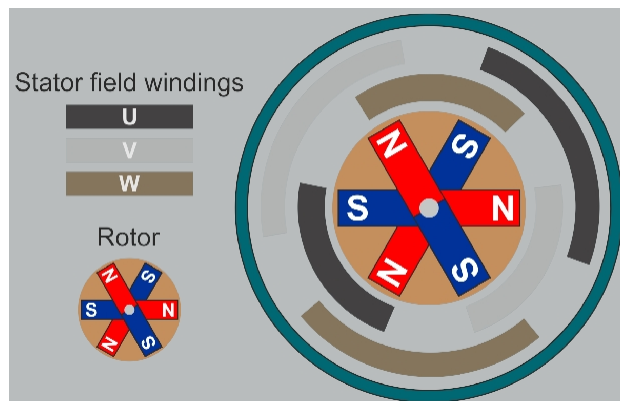
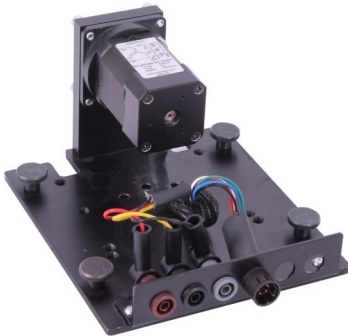
Page 37 - Le moteur à courant continu sans balais :

Dans un moteur à courant continu **à balais**, le stator génère un champ magnétique, soit à partir d'un champ d'induction, soit à partir d'un champ d'induction.

d'un aimant permanent ou d'un électro-aimant. Le rotor est un électro-aimant qui tourne parce que le sens du courant dans l'électro-aimant est inversé périodiquement, à l'aide d'un collecteur et de balais.

Problèmes :

- Les balais limitent la vitesse maximale du moteur et finissent par s'user.
- En établissant et en rompant le contact, les balais provoquent des étincelles et des bruits électriques. Dans le moteur à courant continu **sans balais**, la structure est inversée. Le stator contient un certain nombre d'électro-aimants. Le rotor est un aimant permanent en rotation. Les électroaimants dans le stator sont contrôlés électroniquement pour générer des champs magnétiques qui provoquent l'arrêt du moteur. le rotor tourne.



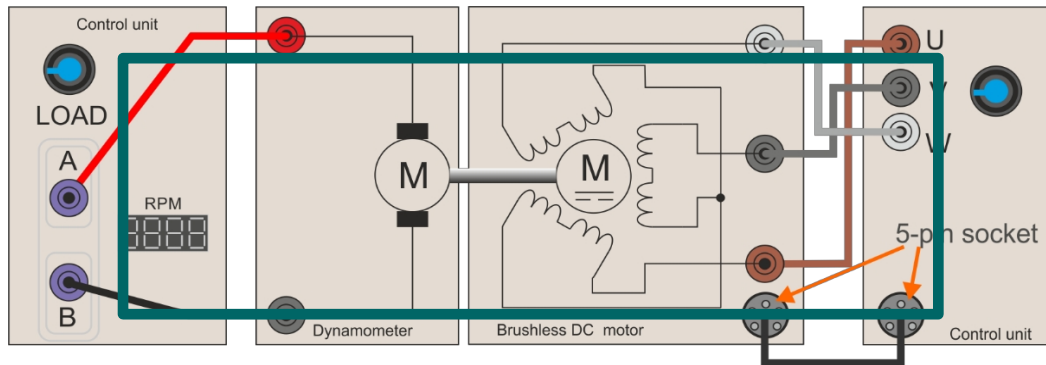
Les avantages de cette disposition sont les suivants :

- Les moteurs à courant continu sans balais ont un meilleur rapport puissance/poids, ce qui les rend utiles dans les applications sensibles au poids comme les drones.
- La commande électronique est plus précise et peut modifier les signaux de commande pour optimiser l'efficacité à la vitesse requise.
- Il n'y a pas de brosses qui s'usent et il y a beaucoup moins de bruit électrique dû aux étincelles.



Page 38 - Étude du moteur à courant continu sans balais :

Le schéma montre comment le moteur est connecté à l'alimentation triphasée.



Un câble à plusieurs brins est utilisé pour renvoyer des informations sur la position du rotor,
Le système de contrôle complexe ne nous permet pas d'inverser facilement le sens de rotation.

Effet de la fréquence sur les performances motrices :

Lorsque la fréquence est augmentée :

.....

Vitesse maximale =

Effet de la suppression du signal de retour :

Lorsque le câble de retour d'information est débranché :

.....

Défi - Qu'est-ce que l'effet Hall ?

[illegible]