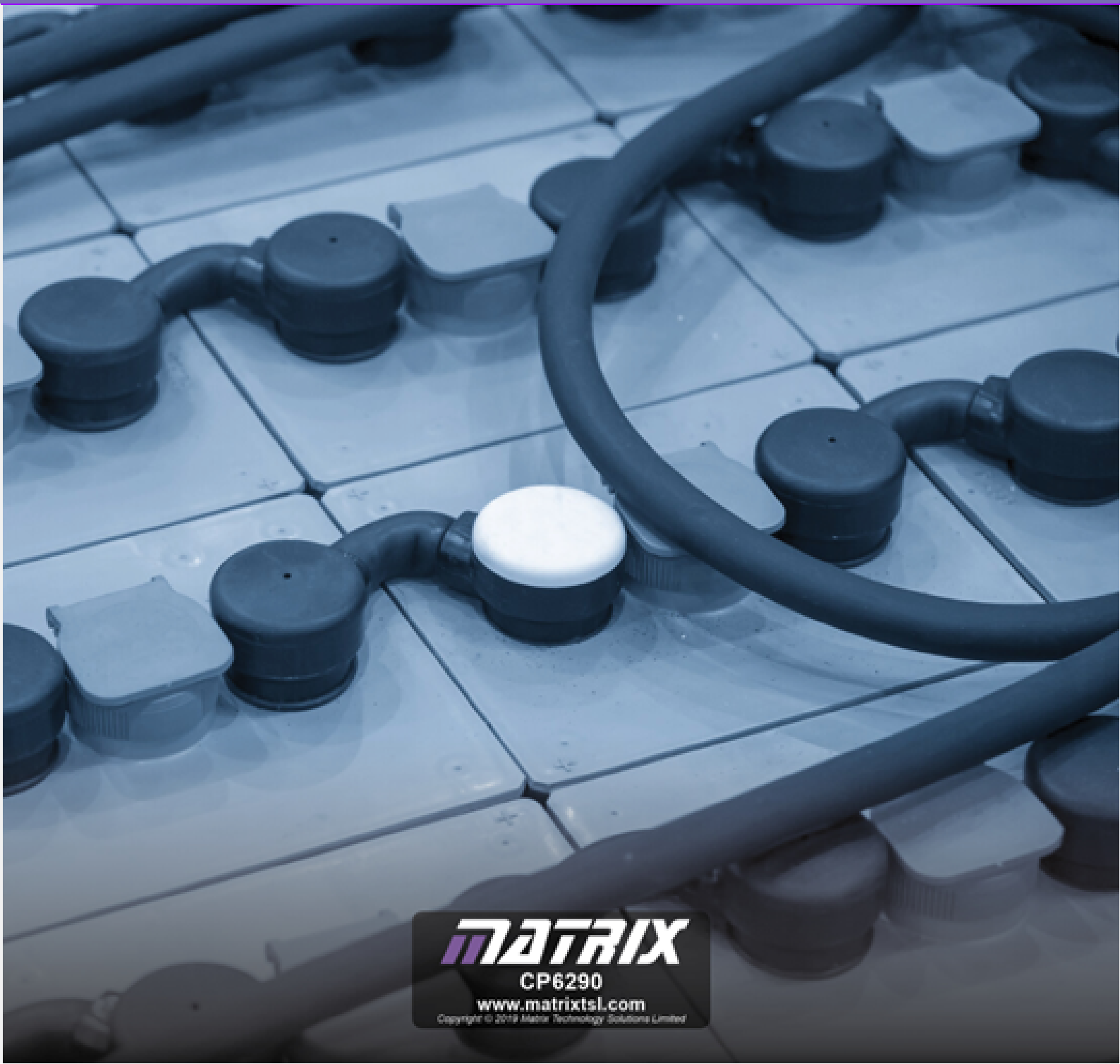


locktronics[®]

L'électricité simplifiée

Systemes de batteries et de haute tension



MATRIX
CP6290
www.matrixtsl.com
Copyright © 2018 Matrix Technology Solutions Limited

Table des matières

Systemes de batteries et de haute tension

Fiche d'exercice 1 - Test des batteries plomb-acide scellées	3
Fiche d'exercice 2 - Charger les batteries plomb-acide scellées	5
Fiche d'exercice 3 - Test des cellules Li-ion	7
Fiche d'exercice 4 - Charger les cellules Li-ion	9
Fiche d'exercice 5 - Construire des batteries plus importantes	11
Fiche d'exercice 6 - Défaits des batteries Li-ion	16
Fiche d'exercice 7 - Défaits des batteries SLA	18
Fiche d'exercice 8 - Gestion de la batterie	19
Fiche d'exercice 9 - Convertisseurs de tension	23
Fiche d'exercice 10 - Alimentation des moteurs à courant continu	25
Fiche d'exercice 11 - Alimentation des moteurs triphasés	29
Fiche d'exercice 12 - Générateurs triphasés	32
Fiche d'exercice 13 - Relais d'isolement	36
Fiche d'exercice 14 - Projet de véhicule électrique	38
Fiche d'exercice 15 - Défaits du système de charge	40
Manuel de l'élève	41
Guide de l'instructeur	52
Référence	60

Fiche d'exercice 1

Test des batteries plomb-acide scellées

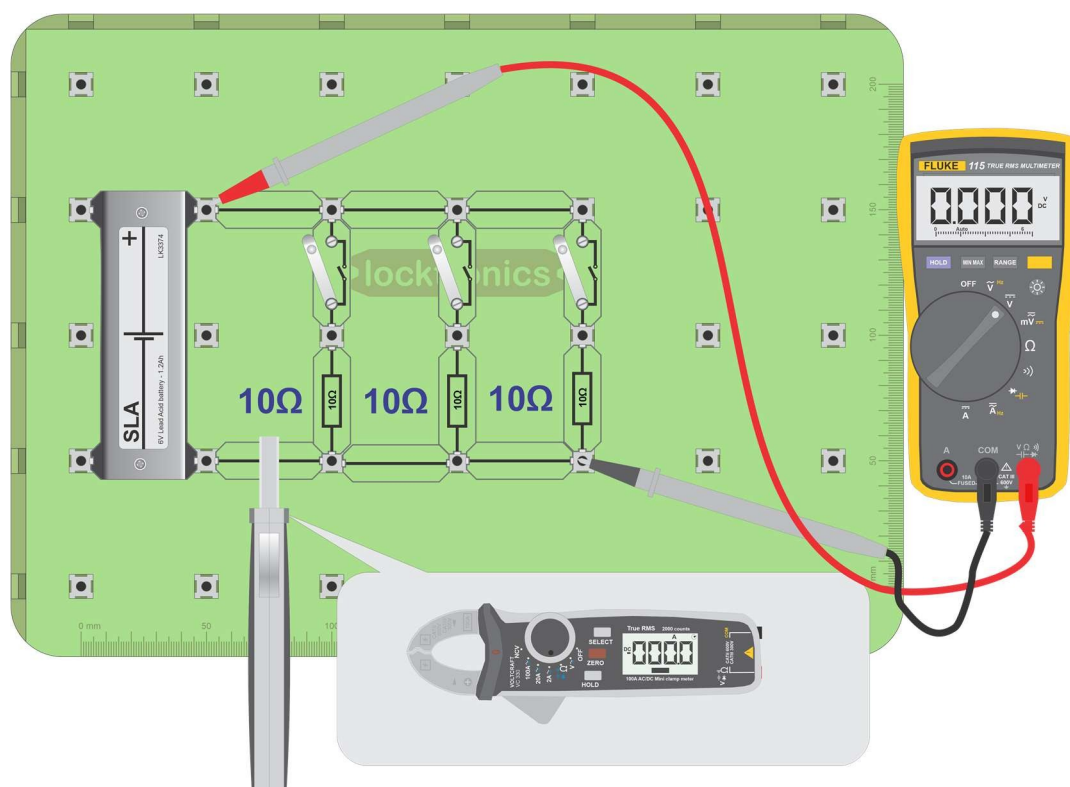
Systemes de batteries et de haute tension

Il existe plusieurs façons de tester une batterie, mais, en fin de compte, le seul moyen sûr est de tester sa capacité de stockage d'énergie.

Il s'agit de le charger puis de le décharger, en mesurant l'apport et la production d'énergie.

La batterie plomb-acide scellée (SLA) fournie est petite, mais elle se comporte comme les batteries plomb-acide plus grandes que l'on trouve dans les véhicules.

La photo montre un testeur de batterie Voltcraft.



À vous de jouer :

- Construisez le circuit illustré ci-dessus, mais laissez les interrupteurs ouverts pour l'instant.
- Configurez le multimètre pour mesurer les volts continus.
- Configurez la pince de courant pour mesurer les ampères CC et mettez-la à zéro.
- Connectés comme indiqué, les compteurs mesurent la tension et le courant de sortie de la batterie.

Fiche d'exercice 1

Test des batteries plomb-acide scellées

Systèmes de batteries et de haute tension

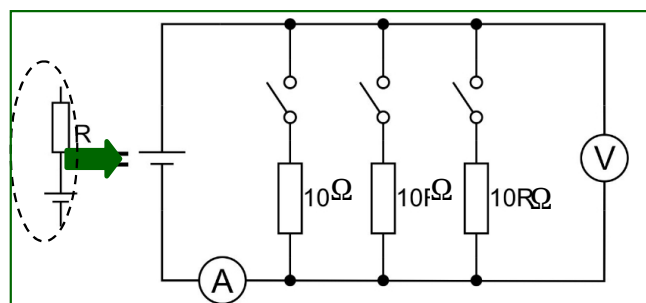
À vous de continuer ...

- Mesurez-les et inscrivez-les dans le tableau de la fiche de l'élève.
- Fermez brièvement le premier interrupteur et mesurez à nouveau la tension et le courant de sortie.
- Fermez brièvement le deuxième, puis le troisième interrupteur, et répétez le processus.
- Notez toutes les lectures dans la fiche de l'élève.

Et alors ?

- Vous avez fabriqué un testeur de batterie et l'avez utilisé pour mesurer des éléments de la performance de la batterie SLA. Le schéma de ce testeur est présenté ci-contre.

- Les piles sont plus complexes qu'il n'y paraît. Pour comprendre leur comportement, il est utile de les considérer comme une combinaison d'une batterie et d'une résistance en série, R . R est appelée "résistance interne".



- Pour les éléments plomb-acide, la résistance interne d'une batterie augmente lorsque l'état de la batterie, "state of charge" (SOC), est faible et au fur et à mesure que la batterie vieillit.
- De nombreux testeurs de batteries plomb-acide simples vous montrent les effets de cette résistance interne.
- Au fur et à mesure que la résistance interne augmente, une plus grande partie de la tension est perdue et la tension de sortie de la batterie tombe finalement en dessous d'un niveau acceptable.

C'est à nouveau à vous de jouer :

- En utilisant le même circuit avec tous les interrupteurs ouverts, mesurez la tension de sortie initiale.
- Fermez deux interrupteurs et mesurez la tension et le courant de sortie de la batterie.
- Répétez ce processus après cinq minutes, puis après dix minutes.
- Inscrivez vos résultats dans le tableau figurant dans le manuel de l'élève.

Et alors ?

- La capacité énergétique de la batterie, C , indique la quantité d'énergie qu'elle peut stocker. Elle est mesurée en unités appelées "ampères-heures" (Ah). Cette batterie a une capacité nominale de "6V 1,2Ah", ce qui signifie que, lorsqu'elle est complètement chargée, elle devrait fournir un courant d'environ 1,2A à 6V pendant 1 heure.
- En règle générale, si cette batterie est complètement chargée, lorsque vous tirez 1,2A pendant 10 minutes (c'est-à-dire deux interrupteurs fermés), la batterie est probablement satisfaisante si la tension reste supérieure à 5,5V sans cette charge.
- La simple mesure de la puissance à vide n'est pas un test suffisant pour les batteries au plomb.
- L'utilisation d'un test de charge simple et rapide, comme celui présenté ci-dessus, vous permet d'affirmer avec un certain degré de certitude qu'une batterie est satisfaisante.
- La seule façon de tester une batterie avec une certitude totale est de la décharger, de la charger complètement, puis de la décharger tout en s'assurant qu'elle fournit le courant nominal pendant la durée nominale.

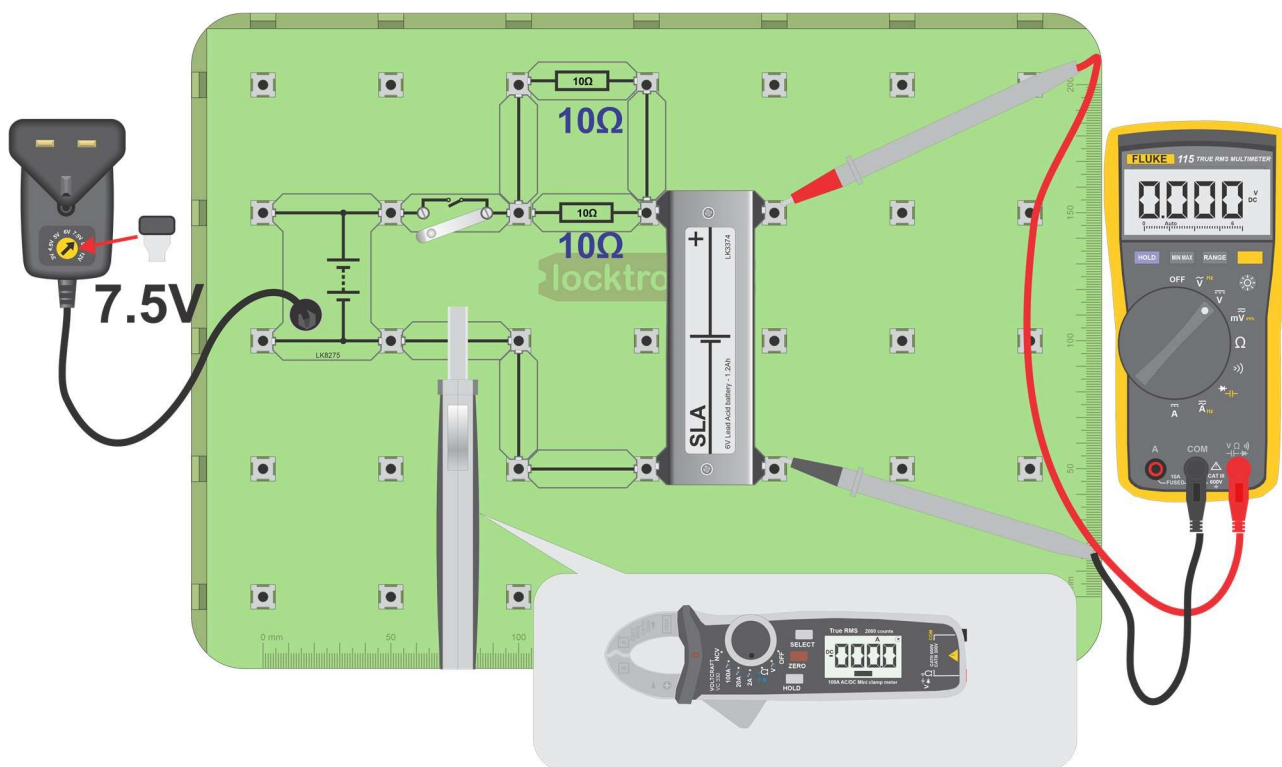
Fiche d'exercice 2

Chargement des batteries plomb-acide scellées

Systèmes de batteries et de haute tension

L'alternateur de la voiture charge continuellement la batterie au plomb-acide et, dans le même temps, sa production est également utilisée par le système électrique de la voiture. Tout comme pour le test des batteries au plomb, le processus de charge est plus complexe qu'il n'y paraît à première vue. Le courant nécessaire et le temps de charge dépendent de l'état initial de la batterie.

Pour cette batterie SLA, une méthode recommandée consiste à la charger à 10 % de sa capacité en ampères-heures pendant 24 heures. La valeur nominale en ampères-heure de la batterie SLA utilisée ici est de 1,2Ah, ce qui implique un courant de charge de 0,12A pendant 24 heures. La photo montre un chargeur de batterie installé dans un garage.



À vous de jouer :

- Construisez le circuit illustré ci-dessus.

Fiche d'exercice 2

Chargement des batteries plomb-acide scellées

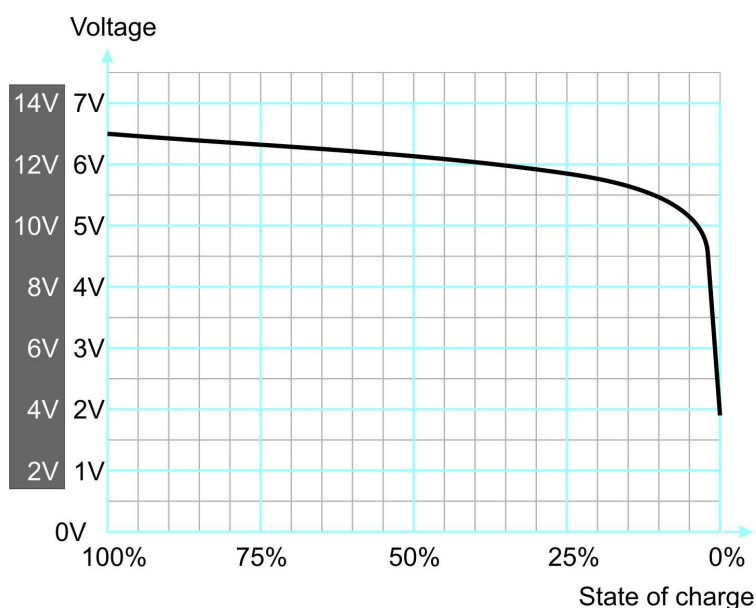
Systemes de batteries et de haute tension

À vous la suite...

- Mesurez la tension initiale de la batterie avec l'interrupteur ouvert.
- Fermez l'interrupteur.
- Mesurez le courant de charge de l'alimentation et la tension de la batterie.
- Après cinq minutes, notez à nouveau la tension de la batterie et le courant de charge.
- Ouvrez brièvement l'interrupteur et mesurez à nouveau la tension en circuit ouvert.
- Fermez l'interrupteur et continuez à charger la batterie.
- Répétez ce processus après 10 minutes.
- Complétez le tableau de la fiche de l'élève avec vos mesures.

Et alors ?

- Au fur et à mesure que l'état de charge augmente, la tension de la batterie en circuit ouvert augmente. (Il peut être difficile de voir un changement important en si peu de temps).
Cette tension varie également lorsque la batterie se stabilise une fois la charge terminée.
- Avec une simple alimentation à source de tension, comme celle utilisée ici, le courant diminue au fur et à mesure que le SOC augmente. (Les batteries SLA sont assez robustes et supportent une charge irrégulière comme celle-ci).
- Le graphique donne les tensions typiques de l'état de charge pour des batteries SLA de 6V et 12V.
- Il montre comment le SOC varie en fonction de la tension de la batterie et peut être utilisé pour prédire le SOC à partir de la tension de la batterie.
- En pratique, une batterie SLA de 12V indique généralement une tension de sortie d'environ 12,7V et une batterie SLA de 6V d'environ 6,4V.



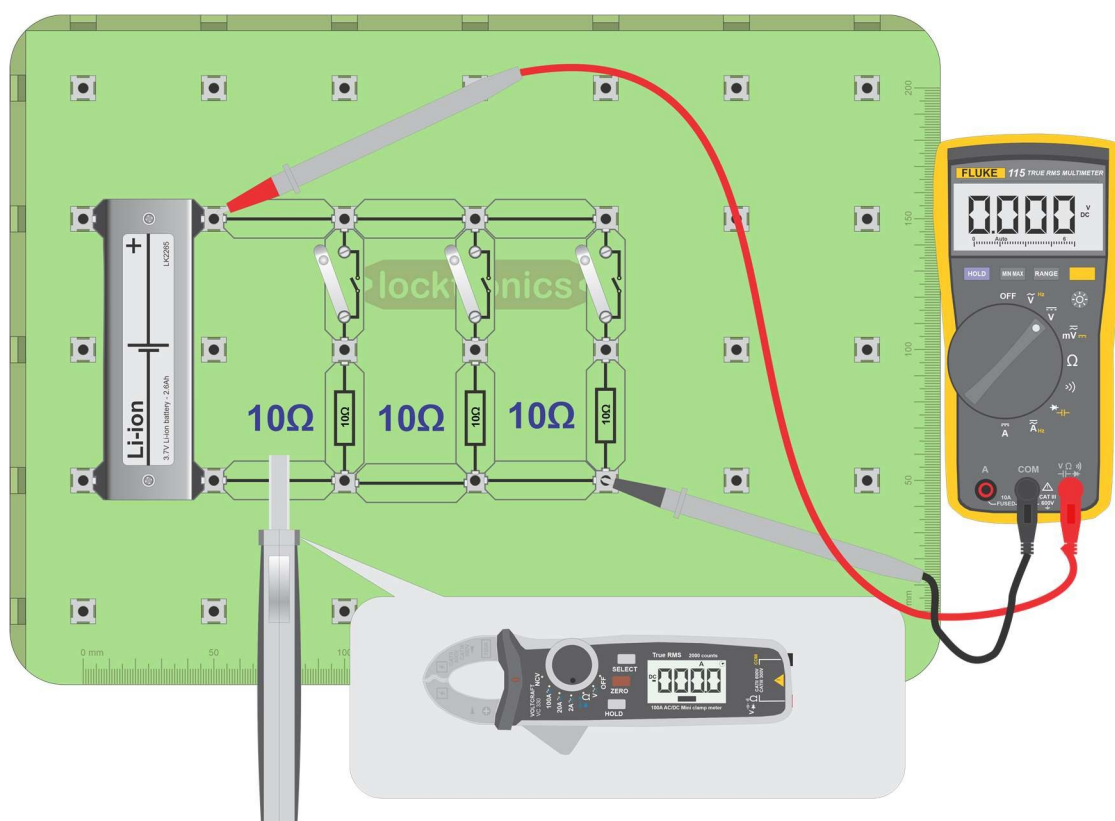
Fiche d'exercice 2

Chargement des batteries plomb-acide scellées

Systemes de batteries et de haute tension

Dans la pratique, les batteries lithium-ion (Li-ion) sont constituées d'un grand nombre de "cellules". Il est difficile de tester l'ensemble de la batterie, c'est pourquoi chaque cellule ou groupe de cellules est surveillé séparément par le système de gestion de la batterie.

La photo montre l'intérieur d'une batterie Tesla contenant des centaines de petites cellules Li-ion identiques à celles de votre trousse. Il s'agit de cellules "18650". Dans la trousse, elles sont logées dans un boîtier métallique car elles peuvent s'enflammer ou exploser en cas de mauvais traitement.



Ne pas décharger les piles en dessous de 3.2V

À vous de jouer :

- Construisez le circuit illustré ci-dessus, mais laissez les interrupteurs ouverts pour l'instant.

Fiche d'exercice 2

Chargement des batteries plomb-acide scellées

Systemes de batteries et de haute tension

À vous de jouer :

- Configurez le multimètre pour mesurer les volts continus.
- Configurez la pince de courant pour mesurer les ampères CC et mettez-la à zéro.
- Mesurez la tension et le courant de sortie de la batterie comme indiqué.
- Fermez brièvement le premier interrupteur et mesurez à nouveau la tension et le courant de sortie.
- Fermez brièvement le deuxième, puis le troisième interrupteur, et répétez le processus.
- Notez toutes les lectures dans la fiche de l'élève.

Et alors ?

Vous devriez avoir remarqué deux différences évidentes entre les batteries Li-ion et SLA :

- leur tension de sortie est très différente - environ 3,7 V pour la cellule Li-ion contre environ 6,3 V pour la batterie SLA ;
- Les cellules Li-ion ont une résistance interne beaucoup plus faible que les batteries SLA, ce qui leur permet de fournir une puissance énorme pour leur petit volume.

Fiche d'exercice 2

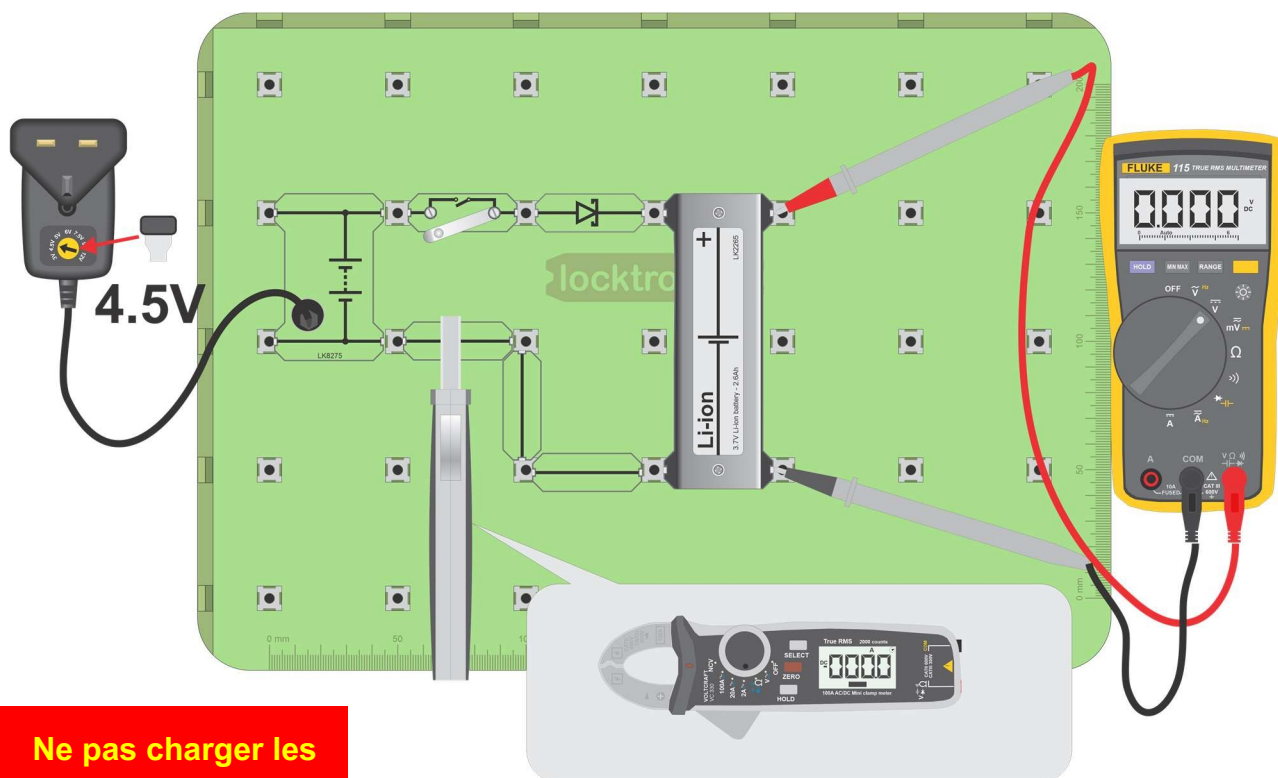
Chargement des batteries plomb-acide scellées

Systemes de batteries et de haute tension

Les batteries convertissent l'énergie chimique en énergie électrique et vice-versa. Elles peuvent être chargées de différentes manières : lentement avec un courant faible ou rapidement avec un courant élevé.

Le temps de charge devient de plus en plus important, car il est de plus en plus nécessaire de recharger les voitures en cours de route.

La photo montre une cellule de batterie Tesla 2170.



Ne pas charger les piles à plus de 4,2 V.

À vous de jouer :

- Construisez le circuit illustré ci-dessus.
- Le circuit ci-dessus fournit environ 4,1 V à la batterie Li-ion. Vérifiez la tension à l'aide de votre appareil de mesure.

Attention : les batteries Li-ion peuvent s'enflammer si elles sont maltraitées. N'utilisez pas d'autre chargeur que celui fourni avec cette trousse et veillez à utiliser la tension correcte et la diode Schottky en série.

Fiche d'exercice 2

Chargement des batteries plomb-acide scellées

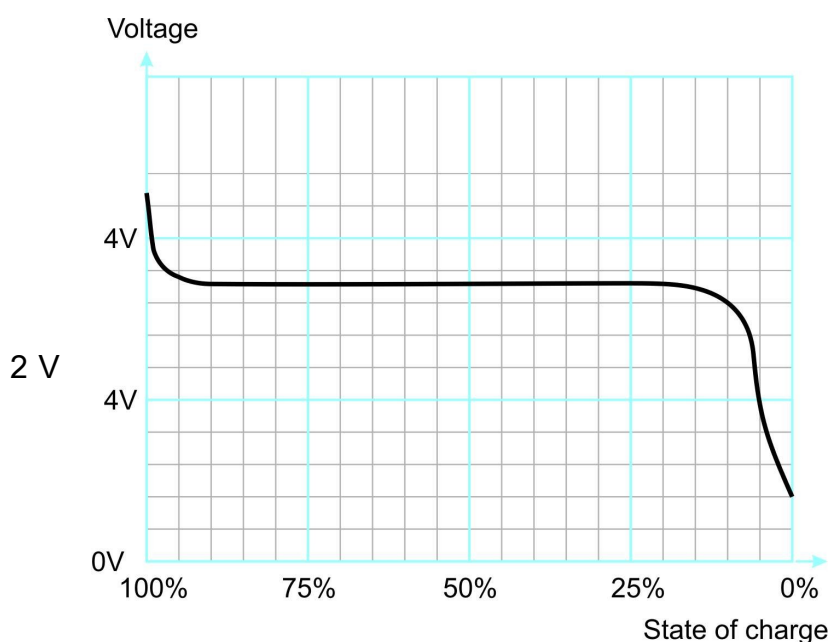
Systemes de batteries et de haute tension

À vous la suite...

- Mesurez la tension de sortie initiale avec l'interrupteur ouvert.
- Fermez l'interrupteur.
- Mesurez le courant de charge de l'alimentation et la tension de la batterie.
- Après cinq minutes, notez à nouveau la tension de sortie et le courant de charge.
- Ouvrez brièvement l'interrupteur et mesurez à nouveau la tension en circuit ouvert.
- Fermez l'interrupteur et continuez à charger la batterie.
- Après 10 minutes, puis après 15 minutes, répétez ce processus.
- Complétez le tableau de la fiche de l'élève avec vos mesures.

Et alors ?

- Les résultats dépendent de l'état de charge de la cellule.
 - En général, la tension de sortie d'une cellule Li-ion varie moins en fonction de l'état de charge que celle d'une batterie SLA.
 - Le graphique montre la variation typique de la tension de sortie en fonction de l'état des cellules Li-ion.
 - Lorsque le SOC est élevé, la tension de sortie peut atteindre 4,5V.
 - Dans la partie centrale, la courbe est très plate à environ 3,7V.
Il est donc impossible de déduire l'état de charge à partir de la seule tension.
 - La tension diminue vraiment dans les derniers 10 % du SOC.
En pratique, nous ne devrions pas laisser les cellules Li-ion tomber à moins de 20 % de leur capacité de charge.
- Notez que la diode "shottky" dans le circuit fait chuter la tension d'alimentation de 4,5V à 4,3V.



Fiche d'exercice 5

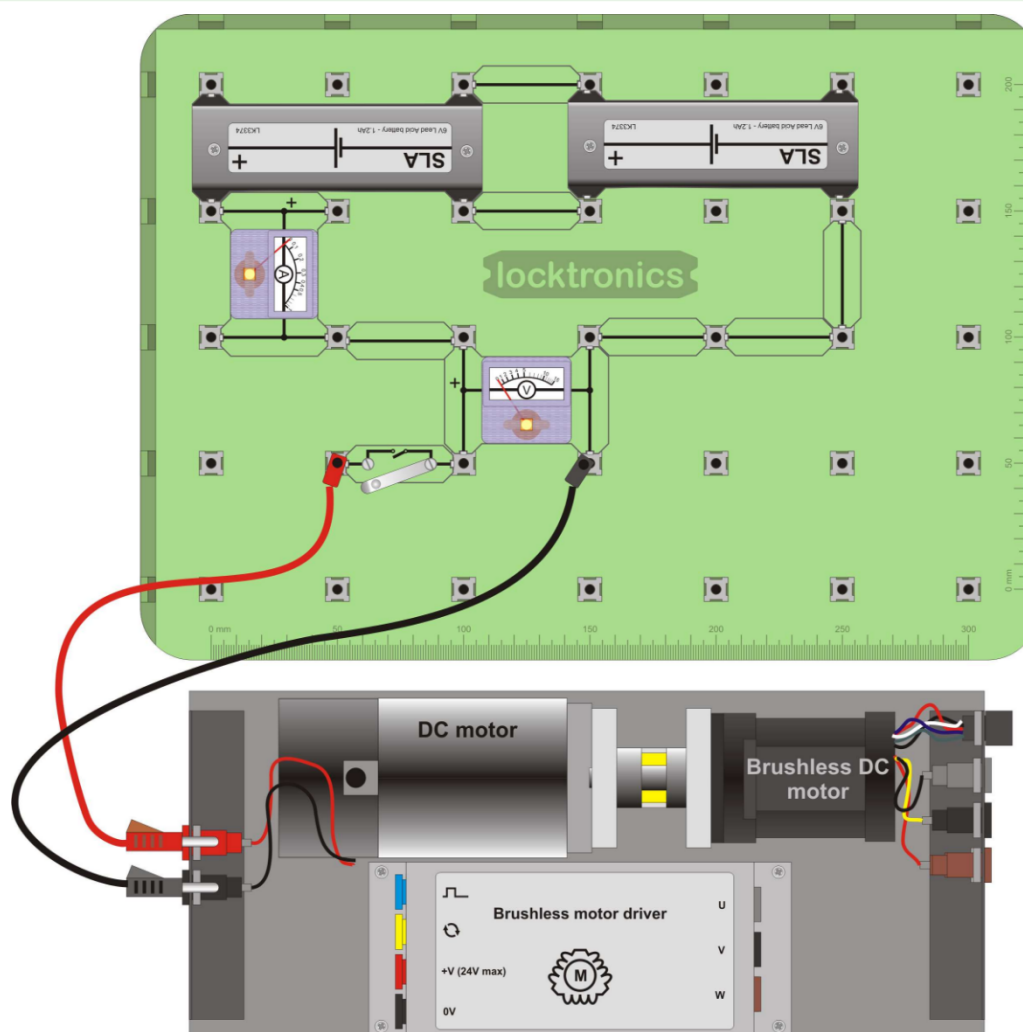
Construire des batteries plus grandes

Systemes de batteries et de haute tension

Les batteries de plus grande taille sont fabriquées en connectant des batteries plus petites en série et/ou en parallèle.

Par exemple, une batterie de voiture Tesla est composée de 7 000 batteries 18650 comme celle de votre bloc.

La photographie montre un bloc lithium-ion provenant d'une Toyota Prius. Ces blocs de 7,2 V sont constitués de six cellules de 1,2 V.



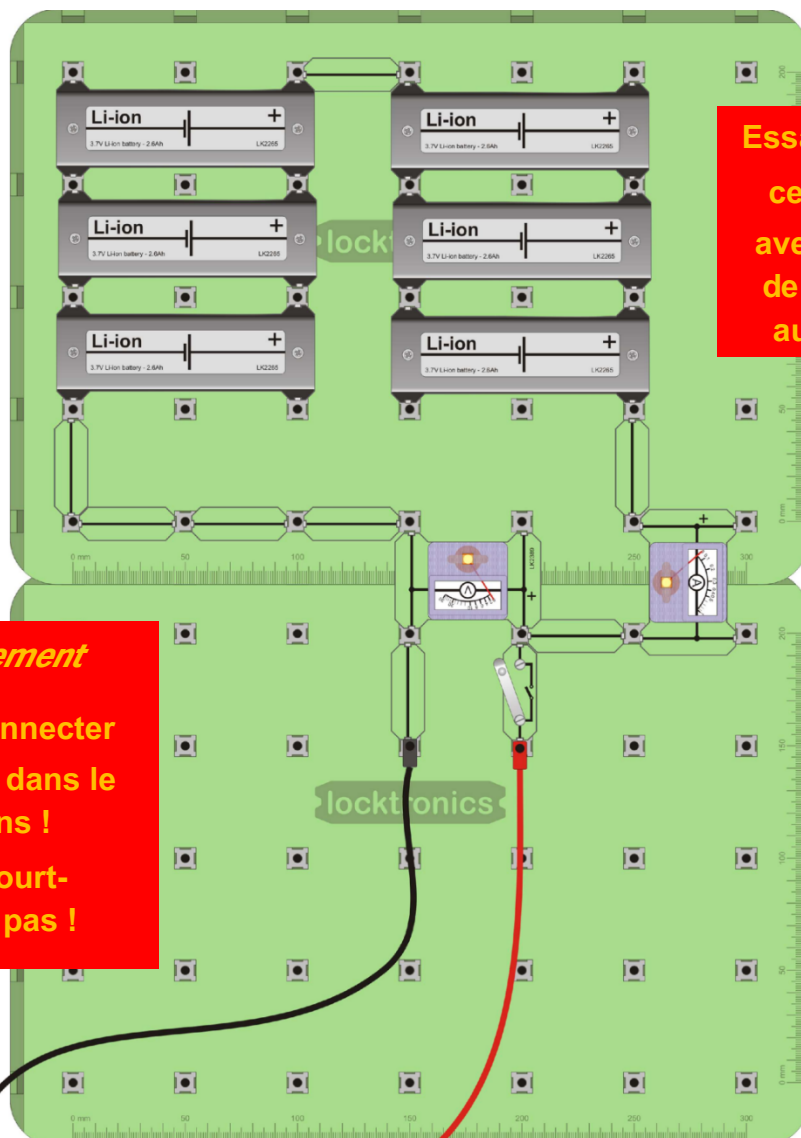
À vous de jouer :

- En utilisant deux batteries SLA de 6V, construisez le schéma illustré ci-dessus.
- Fermez l'interrupteur - la paire couplée moteur à courant continu/moteur sans balais doit tourner.
- Mesurez la tension et le courant de sortie de la batterie et notez-les dans la fiche de l'élève.
- Calculez la puissance délivrée au moteur.

Fiche d'exercice 5

Construire des batteries plus grandes

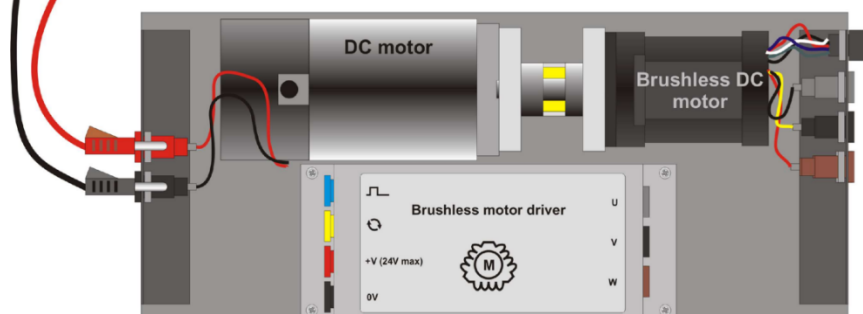
Systèmes de batteries
et de haute tension



Essayez d'associer des cellules en parallèle avec d'autres cellules de tension similaire : autrement, vous ne

Avertissement

Veillez à connecter les cellules dans le bon sens !
Ne les court-circuitez pas !



À vous de continuer ...

- Utilisez six cellules Li-ion, deux ensembles de trois, ou 2,3, pour construire la batterie illustrée ci-dessus.
- Mesurez la tension et le courant de sortie de la batterie et calculez la puissance de sortie.
- Notez tous vos résultats dans la fiche de l'élève.

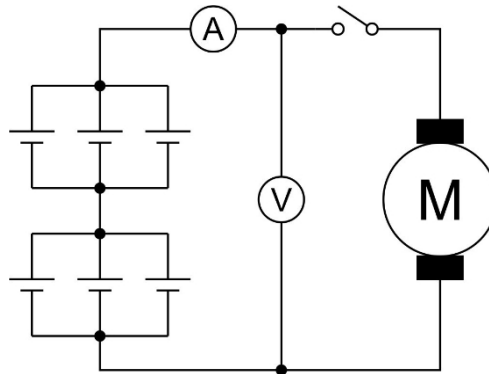
Fiche d'exercice 5

Construire des batteries plus grandes

Systemes de batteries et de haute tension

Et alors ?

- Le circuit que vous avez construit est illustré dans le schéma ci-dessous. Il s'agit d'une batterie "2 par 3" ou, plus simplement, d'une batterie 2,3, ce qui signifie qu'elle est composée de deux ensembles de trois cellules parallèles, connectées en série. La tension de sortie est le double de la tension de l'élément, c'est-à-dire $2 \times 3,7 \text{ V} = 7,4 \text{ V}$.



- Le tableau suivant vous indique comment calculer la puissance nominale de la batterie la plus grande :

Tension cellulaire	A	3.7	V
Courant nominal des cellules individuelles	B	2.6	Ah
Cellules en parallèle	C	3	
Groupes de cellules en série	D	2	
Puissance nominale combinée	A x B x C x D	57.72	Wh

Et alors ?

- La tension et l'intensité de la batterie peuvent être modifiées en changeant simplement le nombre de batteries en série et en parallèle.
- La puissance nominale d'une batterie correspond à la tension multipliée par l'intensité nominale sur une heure.
- Les batteries sont évolutives. Nous pouvons appeler une batterie 2,3 un "module". Nous pouvons ensuite ajouter d'autres modules en série et en parallèle pour construire une batterie encore plus grande.

Attention - Veillez à connecter les cellules dans le bon sens !

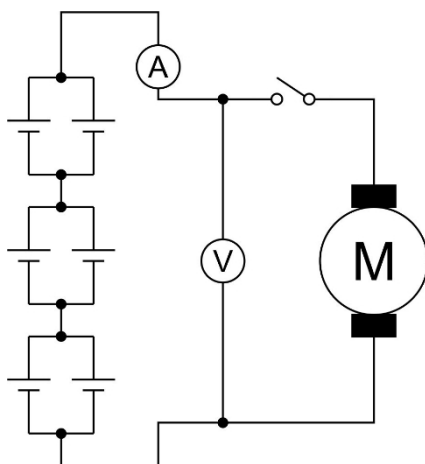
Fiche d'exercice 5

Construire des batteries plus grandes

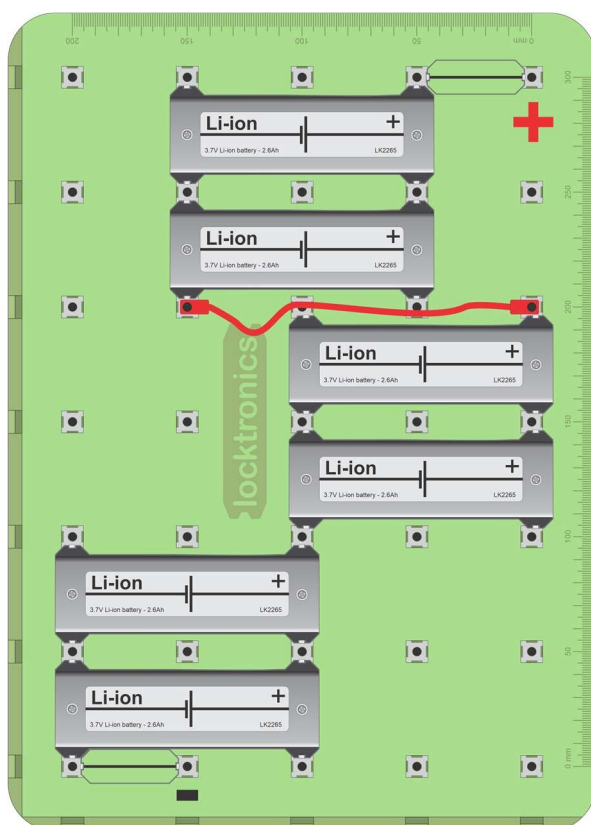
Systemes de batteries et de haute tension

Défi 1 :

- Construisez le module de 3,2 batteries présenté dans le circuit ci-dessous. Vous pouvez utiliser le schéma pour vous aider.



- Mesurez la tension et le courant de sortie du module de batterie et calculez la puissance fournie au moteur.
- Utilisez la pince ampèremétrique et le multimètre pour améliorer la précision.
- Notez tous vos résultats dans la fiche de l'élève.
- Calculez la puissance nominale de la batterie 3,2 en utilisant le tableau du calcul 2,3 ci-dessus.



Un module de batterie 3,2

Fiche d'exercice 5

Construire des batteries plus grandes

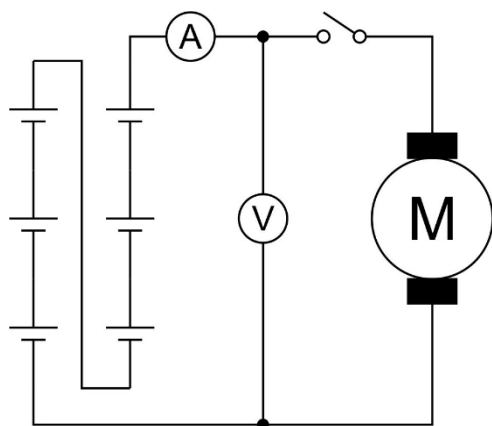
Systemes de batteries et de haute tension

Défi 2 :

- Construisez le module de batterie 6,1 illustré dans le circuit ci-dessous.

Attention - Veillez à connecter les cellules dans le bon sens !

- Mesurez la tension et le courant de sortie de la batterie et calculez la puissance fournie au moteur.
- Là encore, utilisez la pince ampèremétrique et le multimètre pour améliorer la précision.
- Notez tous vos résultats dans la fiche de l'élève.
- Calculez la puissance nominale de la batterie 6,1



Et alors ?

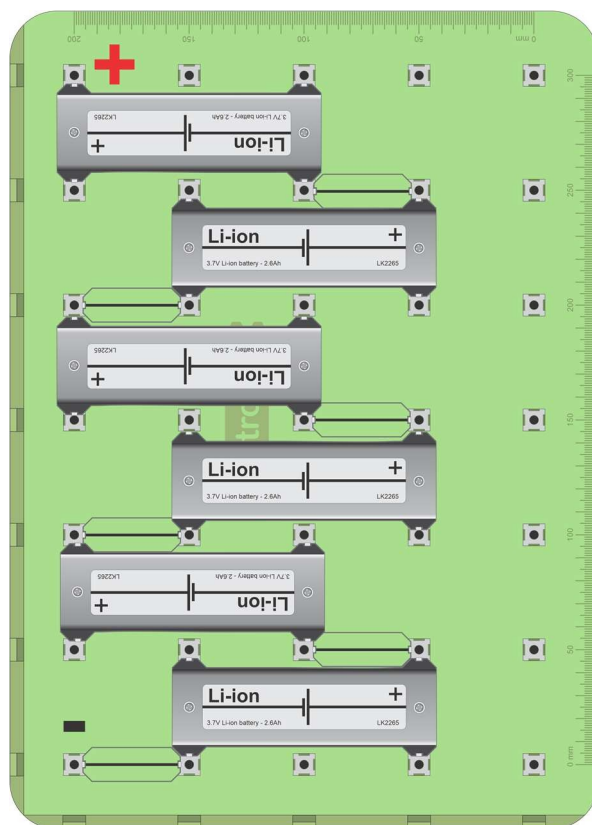
- Il est possible de construire des batteries avec différents voltages de sortie, courants et capacités de puissance en variant le nombre d'éléments et leur configuration série/parallèle.
- Vous pouvez garder l'assemblage en place car vous l'utiliserez pour les prochaines expériences.

Défi 3 :

Une batterie Tesla modèle S contient 6 912 cellules "16850".

Celles-ci sont disposées en seize modules, ou briques, contenant chacun 432 cellules disposées avec 72 cellules en parallèle, 6 groupes de 72 batteries en série.

- Quelle est la tension de chaque brique ?
- Quelle est la tension totale de sortie de la batterie ?
- Quelle est la puissance totale théorique, en wattheures, de l'ensemble de la batterie ?
- Notez vos réponses dans la fiche de l'élève.



Fiche d'exercice 6

Défauts de la batterie Li-ion

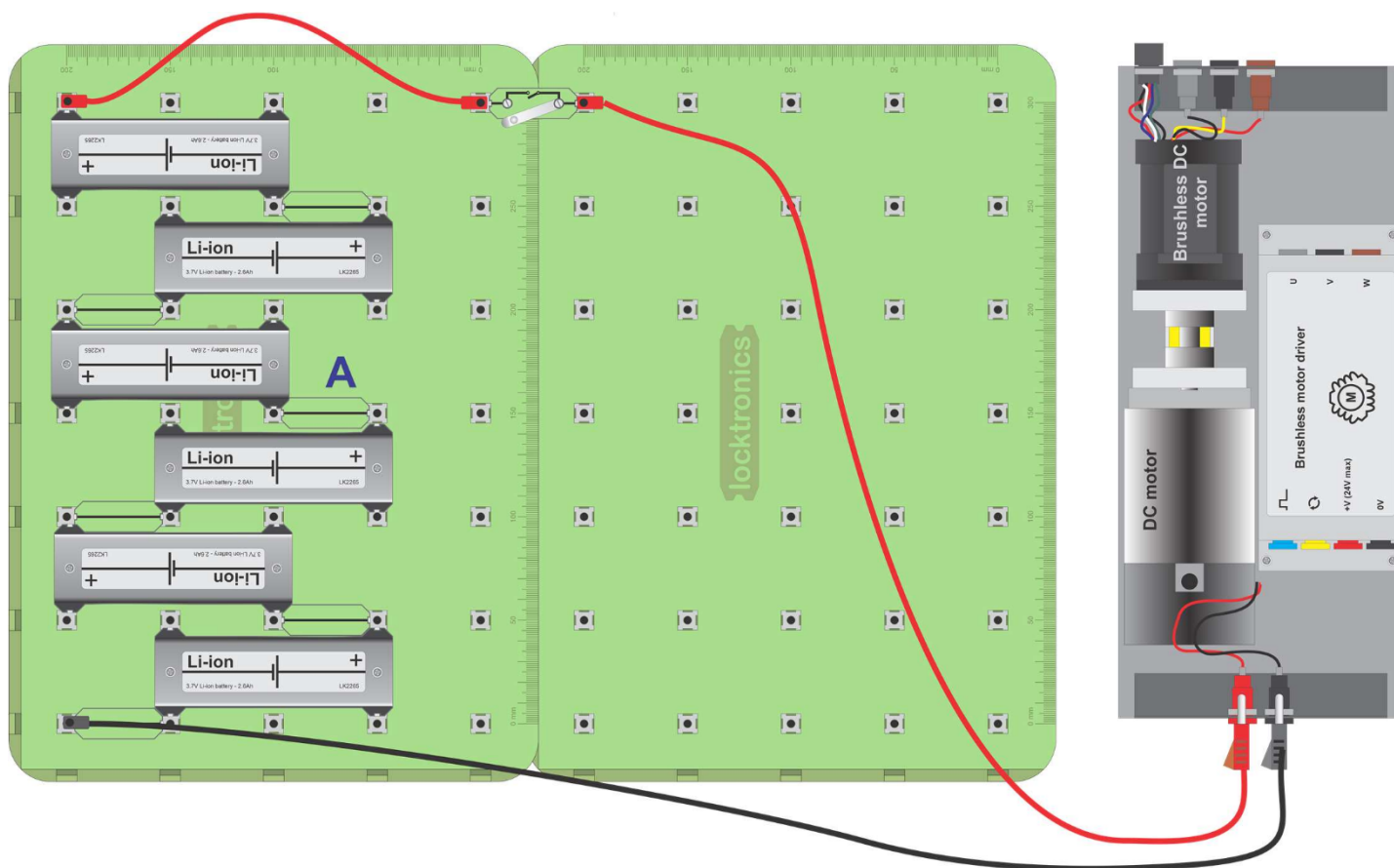
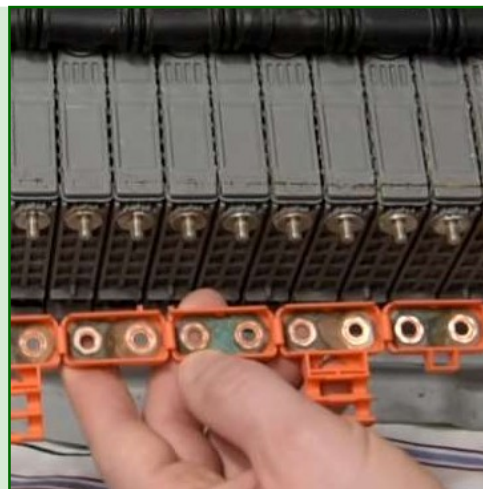
Systemes de batteries et de haute tension

Les rapports (ou indices) fournis par les ordinateurs de bord facilitent la résolution des problèmes liés aux batteries.

Il existe deux causes principales de défaillance d'un bloc-batterie :

- les mauvaises cellules ;
- les mauvais liens entre les cellules.

La photographie montre de la corrosion sur les liens de la batterie d'une Toyota Prius.



À vous de jouer :

- Construisez la batterie 6,1 comme indiqué ci-dessus, mais avec l'interrupteur ouvert pour l'instant.

Attention - Veillez à connecter les cellules dans le bon sens !

- Mesurez la tension de sortie de la batterie.
- Enclenchez l'interrupteur pour alimenter le moteur.
- Mesurez à nouveau la tension de sortie de la batterie.

Fiche d'exercice 6

Défauts de la batterie Li-ion

Systemes de batteries et de haute tension

À vous de continuer ...

- Ouvrez l'interrupteur.
- Modifiez le lien central **A** pour l'élément de défaut "corrosion".
- Mesurez à nouveau la tension de sortie de la batterie - à vide.
- Enclenchez l'interrupteur pour alimenter le moteur.
- Mesurez à nouveau la tension de sortie de la batterie.
- Mesurez la tension aux bornes du composant corrodé.
- Notez tous vos résultats dans la fiche de l'élève.

Et alors ?

- Le composant "corrosion" a été utilisé pour simuler un défaut. La corrosion sur les bornes de contact ajoute une résistance au circuit. De mauvais contacts ou des contacts desserrés peuvent également se comporter comme une résistance ajoutée.
- La recherche de corrosion ou de mauvais contacts est difficile à réaliser de manière isolée. Les tensions des batteries semblent normales lorsqu'elles sont testées à l'aide d'un multimètre. Les effets ne se font sentir que lorsqu'un courant important est absorbé.
- Dans un véhicule électrique, le système de gestion de la batterie teste en permanence la tension des éléments de la batterie.

À vous de jouer :

- Votre trousse contient six cellules Li-ion. La tension de sortie nominale de chaque cellule est d'environ 3,7V pour des valeurs de SOC comprises entre 15% et 90%.
- Mesurez la tension de sortie de chacun d'eux à l'aide d'un multimètre et inscrivez vos résultats dans le tableau de la fiche de l'élève.
- Si la tension est supérieure à 3,85 V, il est probable que la cellule se trouve dans les 5 % les plus élevés de sa durée de vie. Déchargez-la pendant 10 % de sa durée de vie (voir l'annexe 3) et mesurez-la à nouveau.

Et alors ?

- La tension des piles est très variable. Dans le cas de la batterie "18650", la tension de sortie d'une bonne cellule peut varier de 3,5 à 4V.
- Une tension de sortie inférieure à 3,5 V pour une cellule Li-ion chargée signifie qu'elle est défectueuse.

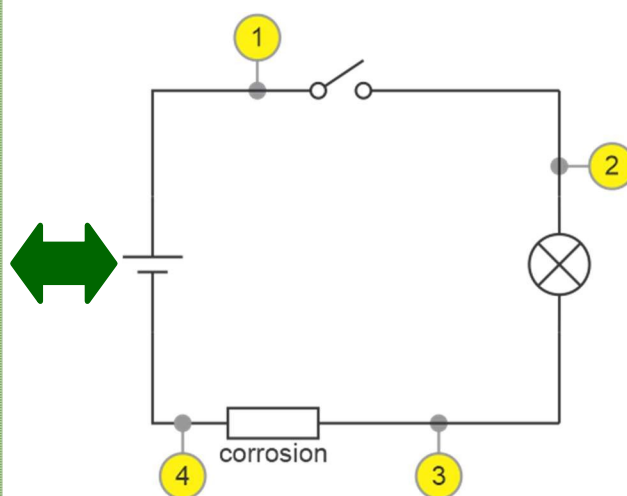
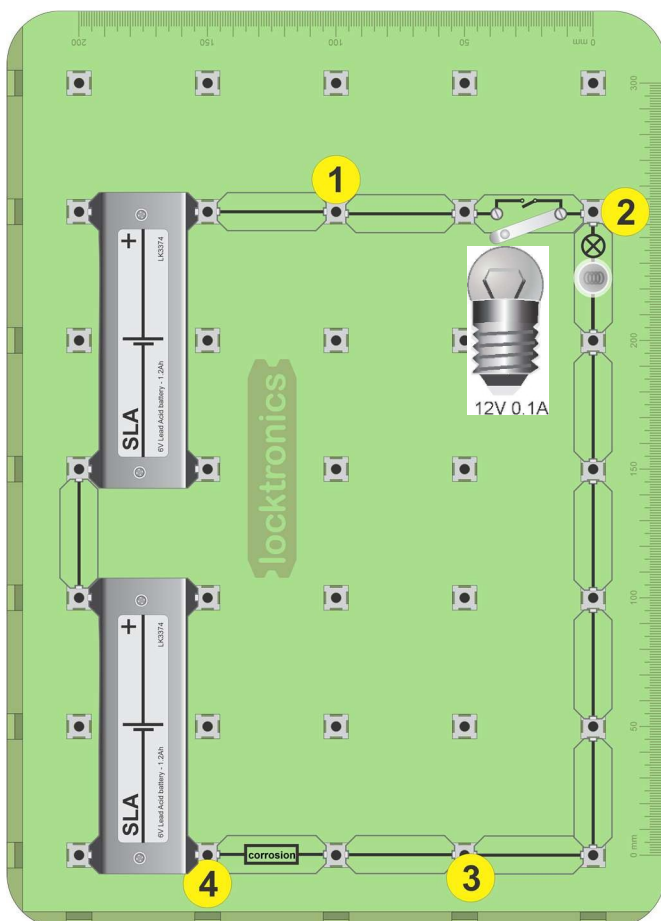
Fiche d'exercice 7

Défauts de la batterie SLA

Systèmes de batteries et de haute tension

Lorsque des produits chimiques provenant de la batterie s'écoulent sur les bornes, ils peuvent provoquer de la corrosion. La corrosion sur la borne négative est souvent le signe d'une charge insuffisante. La corrosion sur le côté positif est souvent un signe de surcharge.

La photo montre une batterie de voiture dont l'une des bornes est fortement corrodée.



À vous de jouer :

- Construisez le schéma illustré ci-dessus. Il comprend une lampe à incandescence de 12V 0,1A. Le schéma de circuit correspondant est illustré ci-contre. L'effet de la corrosion est simulé en ajoutant la composante "corrosion" dans le chemin de terre de la batterie.

Fiche d'exercice 7

Défauts de la batterie SLA

Systemes de batteries et de haute tension

À vous de jouer :

- Préparez un multimètre pour mesurer les tensions continues.

Première partie :

- Connectez la borne COMmon du multimètre au nœud 4.
- Mesurez la tension aux bornes de la batterie, entre les nœuds 4 et 1, lorsque l'interrupteur est ouvert puis fermé.
- Inscrivez les relevés dans le tableau figurant dans le manuel de l'élève.

Partie 2 :

- Déplacez la connexion COMmon vers le nœud 3.
- Mesurez la tension de la batterie entre les nœuds 3 et 1, lorsque l'interrupteur est ouvert puis refermé.
- Notez les relevés dans le tableau de la fiche de l'élève.
- Répondez maintenant aux questions 1 et 2.

Troisième partie :

- Lorsque l'interrupteur est fermé, mesurez la tension aux bornes de l'ampoule.
- Ouvrez l'interrupteur et remplacez le lien "corrosion" par un lien normal.
- Lorsque l'interrupteur est fermé, mesurez à nouveau la tension aux bornes de l'ampoule.
- Notez les relevés dans le tableau du manuel de l'élève et répondez à la question 3.

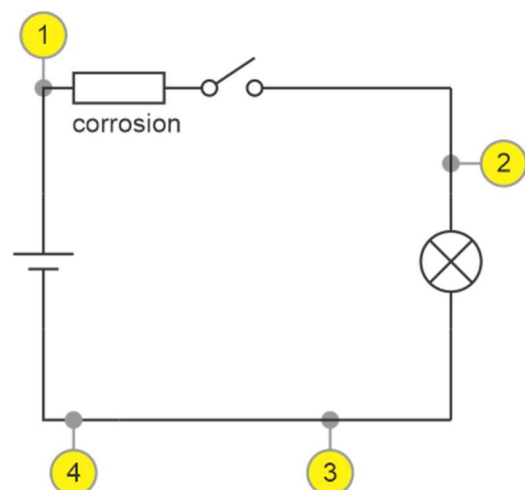
Et alors ?

- La corrosion est l'équivalent d'une résistance dans le circuit.
- Vous devez faire attention à ce que vous supposez être la ligne 0V ou la terre.
- Assurez-vous toujours de connaître la tension exacte de la batterie.

Si vous savez que la tension de la batterie est de 12,7 V et que vous voyez moins de 12 V dans un circuit, cela peut être le signe d'un problème.

Défi :

- Construisez le circuit ci-contre, qui présente de la corrosion sur la ligne 6V.
- Utilisez un multimètre pour étudier l'effet du composant de corrosion.
- Consignez les résultats de votre enquête dans la fiche de l'élève.
Décrivez comment vous vérifiez la présence de corrosion sur la batterie.



Fiche d'exercice 9

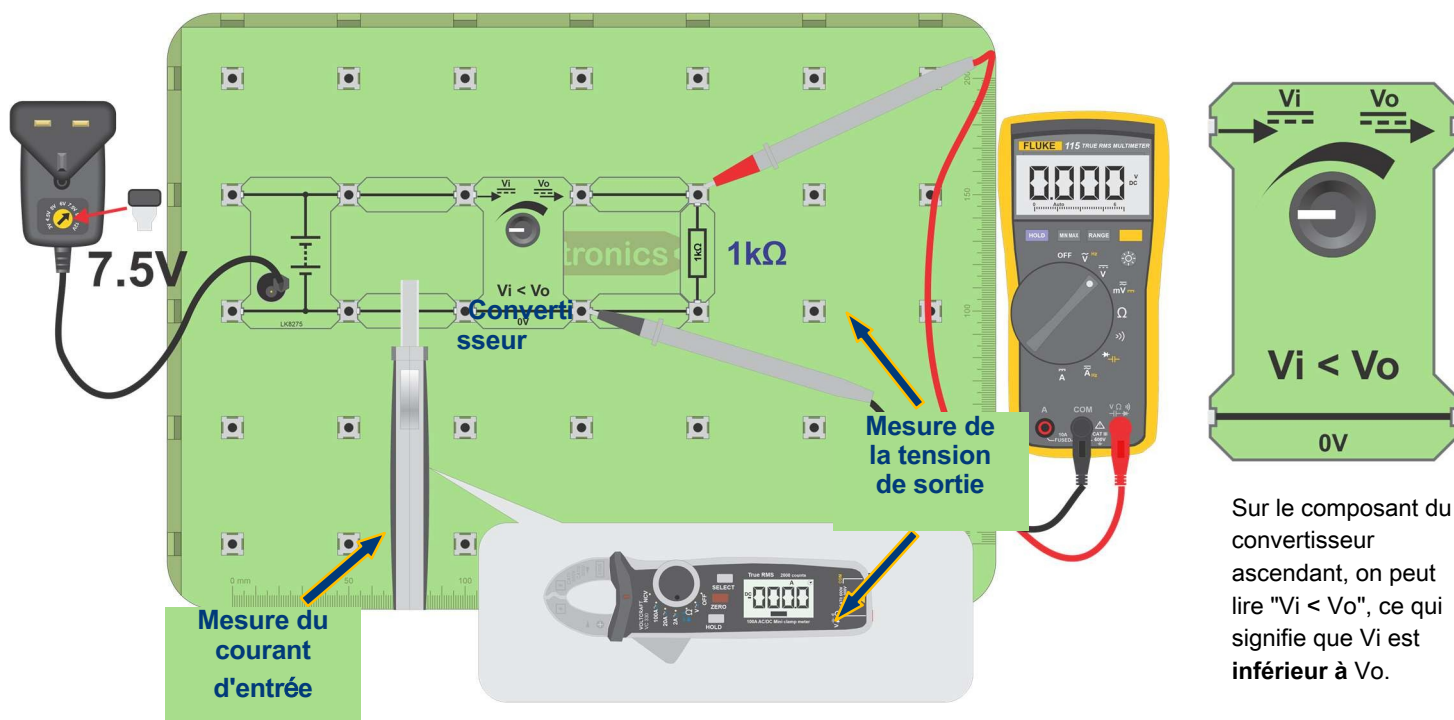
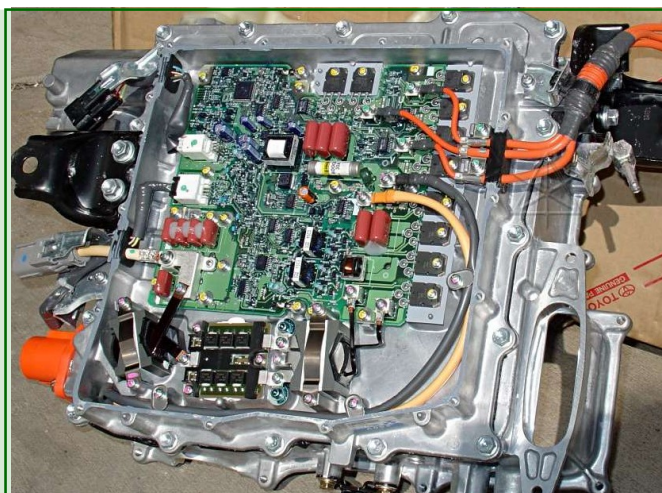
Convertisseurs de tension

Systemes de batteries et de haute tension

Les convertisseurs de tension sont indispensables à tous les véhicules électriques modernes. Ils peuvent :

- convertir 200V DC en 12V DC ;
- convertir 240VAC en une tension de batterie d'environ 200VDC ;
- convertir la sortie de l'alternateur en courant alternatif triphasé basse tension en 200V DC pour la batterie.

La photo montre un convertisseur de tension et un système de gestion provenant d'une Toyota Prius.



À vous de jouer :

- Construisez le schéma ci-dessus.
Le circuit convertit la sortie 7,5V de l'alimentation en une tension comprise entre 12V et 20V, en fonction de la position du potentiomètre du convertisseur élévateur.
- Tournez le potentiomètre à fond dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.
- Utilisez le multimètre pour mesurer les tensions d'entrée et de sortie du convertisseur élévateur.
- Utilisez la pince ampèremétrique pour mesurer les courants d'entrée et de sortie du convertisseur élévateur.
- Tournez le potentiomètre de moitié et mesurez à nouveau les mêmes quantités.
- Faites de même lorsque le potentiomètre est tourné à fond dans le sens des aiguilles d'une montre.
- Calculez la puissance entrante et sortante du convertisseur élévateur pour les trois positions.

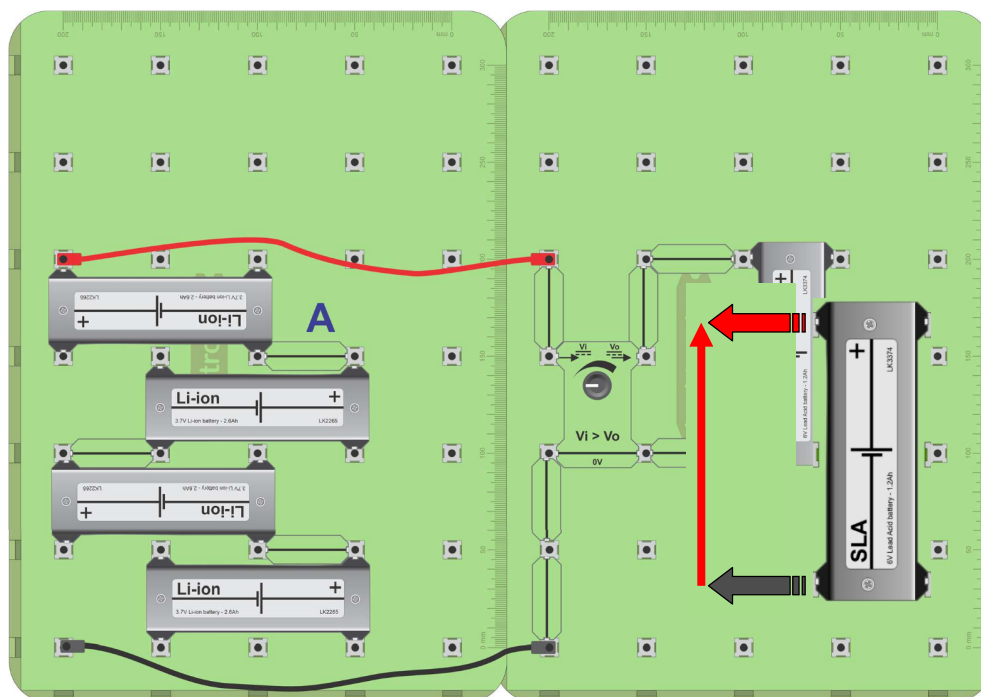
Fiche d'exercice 9

Convertisseurs de tension

Systèmes de batteries et de haute tension

Et alors ?

Un "convertisseur CC/CC" ou "onduleur" convertit une tension CC en une autre et peut en inverser la polarité. La conversion de la tension s'accompagne inévitablement d'une perte d'énergie, c'est-à-dire d'un rendement inférieur à 1. Ce circuit présente des pertes élevées. Dans les véhicules électriques, les pertes sont inférieures à 5 %.



À vous de jouer :

- Construisez le circuit illustré ci-dessus en utilisant quatre cellules Li-ion en série et le composant Downconverter ($V_i > V_o$).
- Réglez le potentiomètre du convertisseur abaisseur de façon à ce que sa tension de sortie, V_{OUT} , soit de 7V.
- Connectez maintenant une seule batterie SLA à la sortie.
- Ce circuit convertit la sortie d'environ 15 V de la batterie Li-ion en une tension adaptée à la charge de la batterie SLA. De la même manière que précédemment, prenez des mesures qui vous permettront de calculer la puissance entrante et sortante du convertisseur abaisseur de tension.
- Calculez donc le rendement du convertisseur abaisseur.

Et alors ?

- Les véhicules électriques modernes peuvent avoir plus d'un onduleur et plus d'une batterie.
- Les onduleurs sont une technologie clé au cœur de chaque véhicule électrique.

Attention - Veillez à connecter les cellules dans le bon sens !

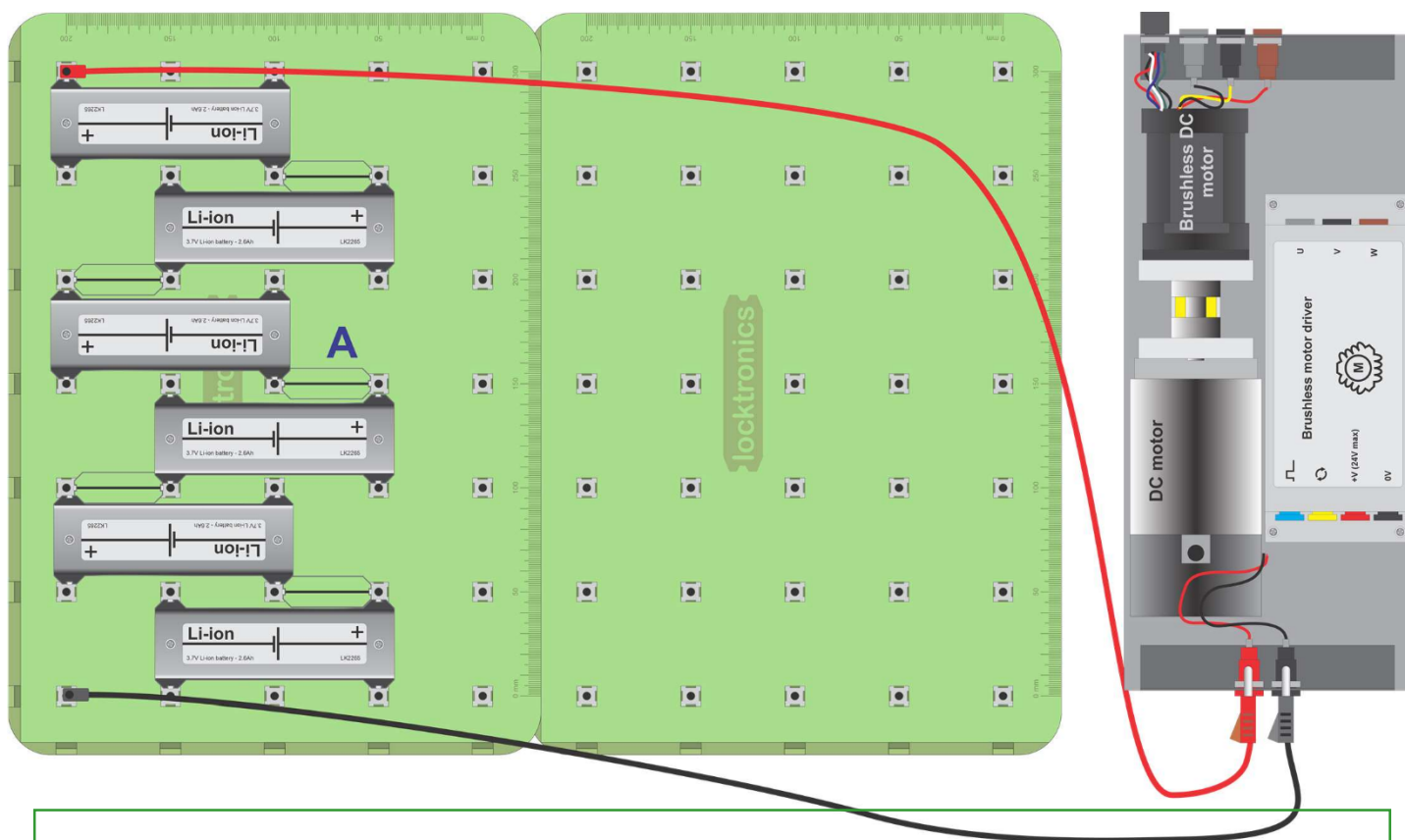
Fiche d'exercice 9

Convertisseurs de tension

Systèmes de batteries et de haute tension

Traditionnellement, les moteurs à courant continu sont les plus courants dans les véhicules, pour les ventilateurs, les essuie-glaces, les sièges électriques, etc. Ils sont rapidement remplacés par des moteurs à courant continu sans balais, moins lourds et plus efficaces.

La photo montre un moteur à courant continu VW avec une boîte de vitesses intégrée.



À vous de jouer :

- Construisez le circuit illustré ci-dessus.

Attention - Veillez à connecter les cellules dans le bon sens !

- Commencez avec les six cellules Li-ion. Ensuite, utilisez cinq en série, puis quatre, etc. Qu'arrive-t-il à la vitesse du moteur quand on réduit le nombre de batteries en série ? Répondez à la question dans le manuel de l'élève.

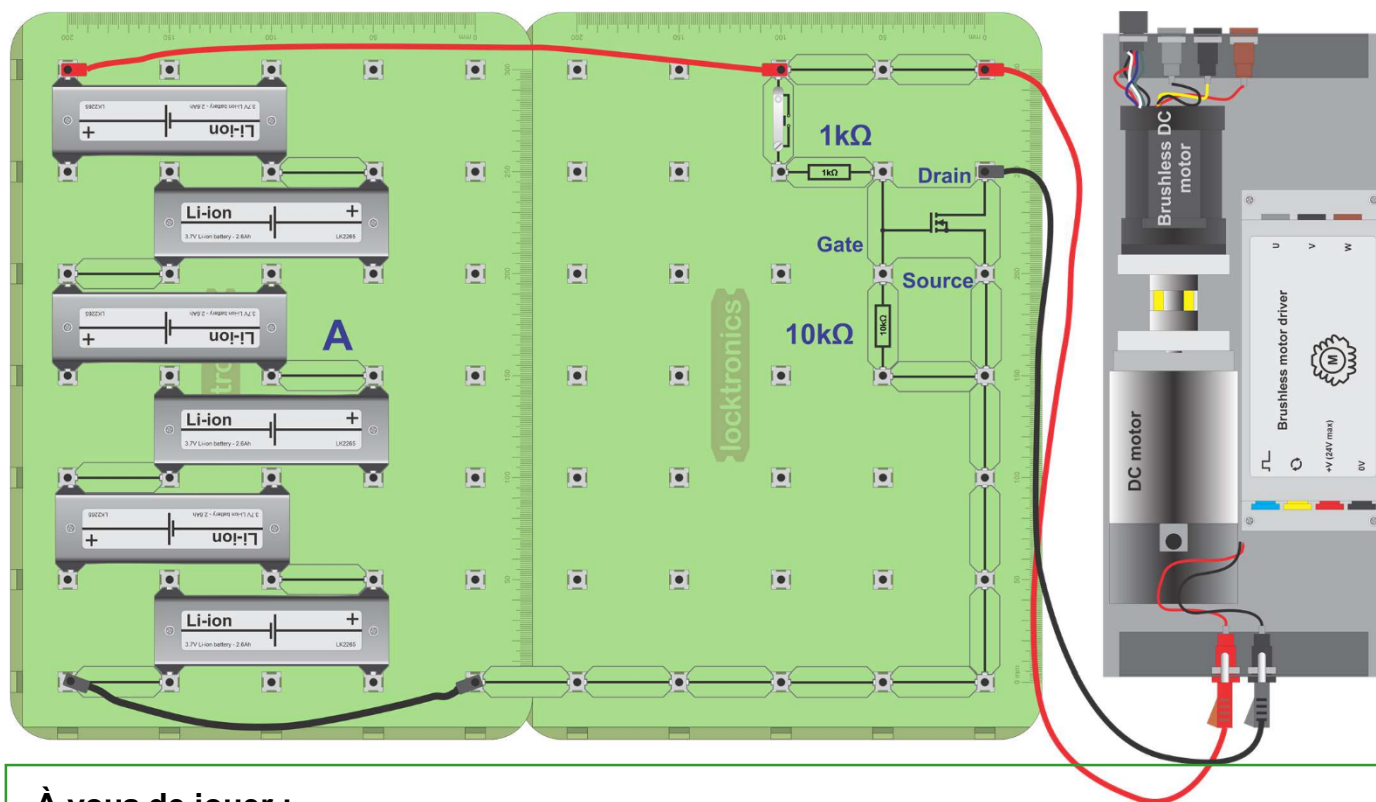
Et alors ?

- La vitesse du moteur dépend de la tension qui lui est fournie et du courant disponible.

Fiche d'exercice 9

Convertisseurs de tension

Systèmes de batteries et de haute tension



À vous de jouer :

- Construisez le circuit illustré ci-dessus.

Attention - Veillez à connecter les cellules dans le bon sens !

- Utilisez l'interrupteur pour contrôler le moteur à courant continu. Il s'agit d'une commande marche/arrêt.

Ce circuit ne comporte aucun mécanisme de contrôle de la vitesse du moteur.

Et alors ?

- Le transistor est comme un interrupteur électronique. Un petit courant circulant dans la "porte" commande un grand courant circulant entre la "source" et le "drain".
- Lorsque le moteur à courant continu est arrêté, il produit une pointe de tension élevée, due à la "force électromotrice" (back EMF) produite. La diode est utilisée pour supprimer cette pointe et protéger le circuit autour du transistor.

Défi :

Le transistor que nous utilisons est assez robuste. Si vous avez accès à un oscilloscope, retirez la diode et capturez le pic de force contre-électromotrice. (Vous devriez peut-être utiliser le réglage "x10" de la sonde de l'oscilloscope).

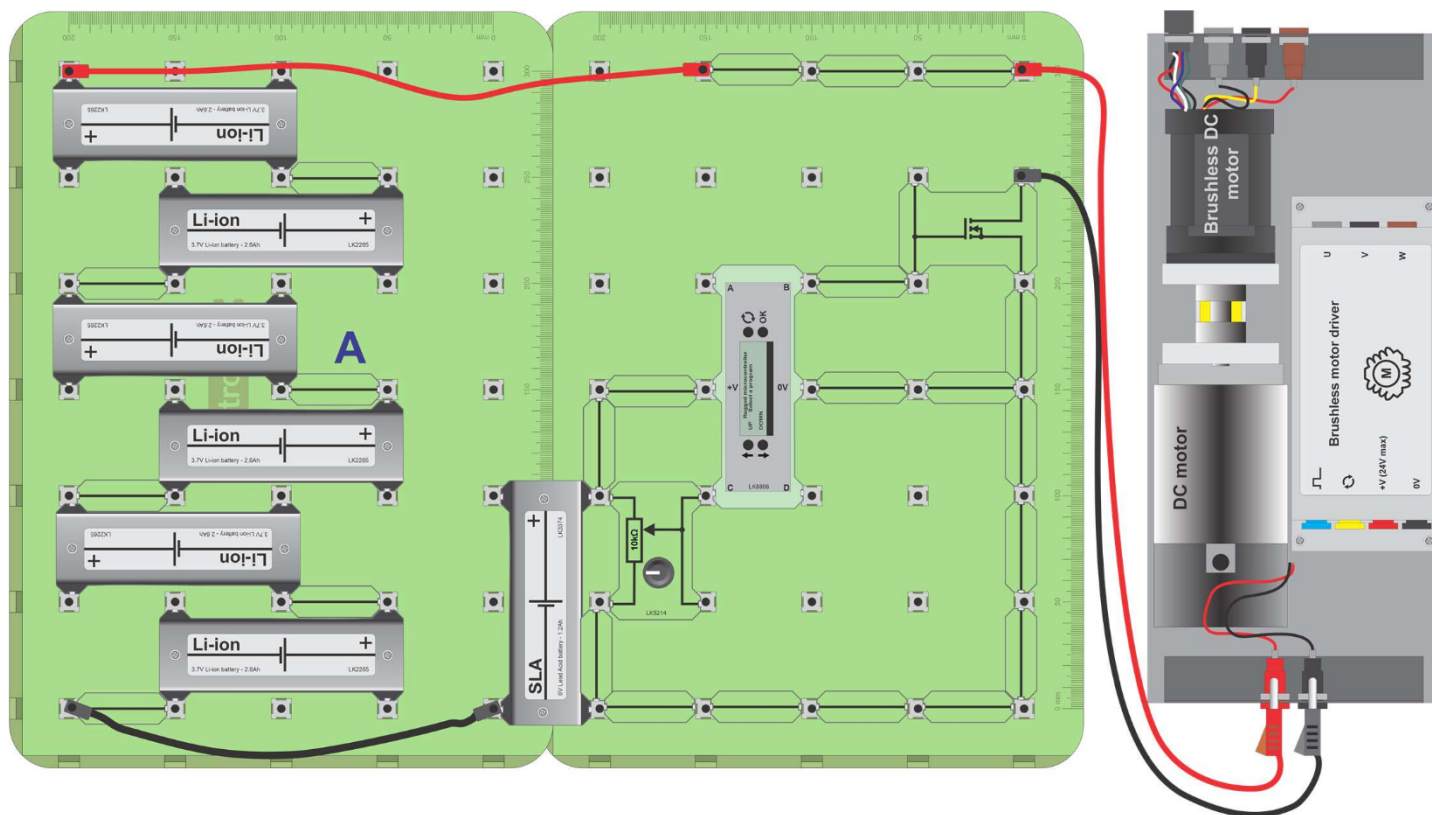
À vous la suite...

- Le circuit est modifié, comme indiqué à la page suivante, pour utiliser une unité de contrôle électronique (ECU) afin de contrôler la vitesse du moteur. Modifiez le schéma comme indiqué.

Fiche d'exercice 9

Convertisseurs de tension

Systèmes de batteries et de haute tension



Paramètres de l'oscilloscope :

Base de temps -100 μ s/div


Plage de tension - \pm 5V DC

Mode de déclenchement - Auto

Canal de déclenchement - ch A

Direction du déclenchement - Montante

Seuil de déclenchement - 5V

- Appuyez sur le bouton de réinitialisation du Micro ECU : 
- Utilisez les flèches "UP" et "DOWN" pour sélectionner le programme 14 - DC contrôle moteur - et appuyez sur le bouton "OK".
- Le potentiomètre contrôle la tension à l'entrée de l'ECU. Celle-ci contrôle à son tour la vitesse du moteur à courant continu. Tournez le bouton à fond dans le sens inverse des aiguilles d'une montre pour faire tourner le moteur à la vitesse minimale. L'écran de l'ECU affiche une sortie de 0 % de l'entraînement du moteur.
- Tournez ensuite le bouton jusqu'à ce que l'écran affiche un entraînement de 30 %.
- Utilisez un oscilloscope pour visualiser le signal à la sortie (borne B) du microcontrôleur. En utilisant les axes fournis dans le document de l'élève, faites un croquis de ce signal de sortie. Les réglages appropriés de l'oscilloscope sont indiqués ci-dessus.
- Tournez ensuite le bouton pour obtenir un entraînement de 70 %. Visualisez à nouveau le signal de sortie et faites-en un croquis.

Fiche d'exercice 9

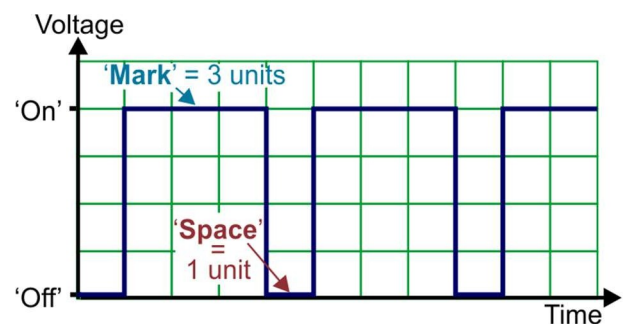
Convertisseurs de tension

Systèmes de batteries et de haute tension

Et alors ?

- Cette technique de contrôle est appelée PWM (pulse-width modulation). Elle est illustrée dans le diagramme ci-contre.

- La "marque" (*dans le* temps) dure trois unités de temps, tandis que l'"espace" (*hors du* temps) n'en dure qu'une.
- C'est ce que l'on appelle un rapport marque/espace (m:s) de 3:1. Ce rapport peut également être décrit à l'aide du terme "cycle de service", c'est-à-dire la fraction du signal pour laquelle la sortie est "activée".

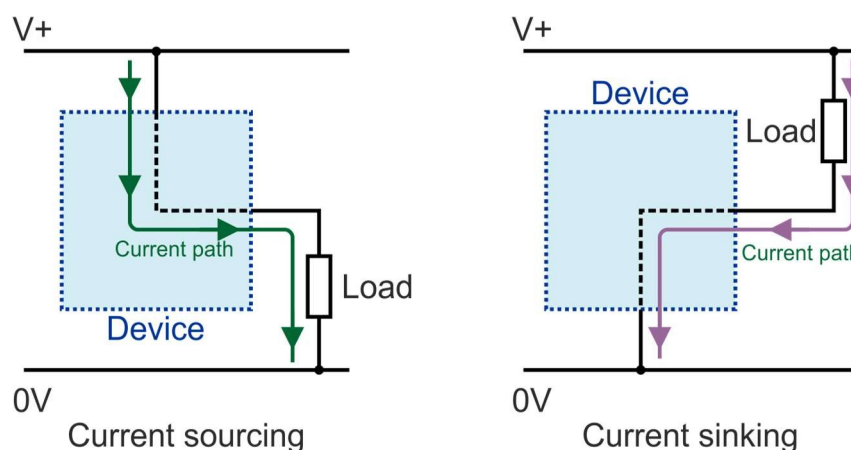


Un rapport m:s de 3:1 équivaut à un rapport cyclique de 75 %.

- La variation du rapport marque/espace a le même effet que la variation de la tension continue. Elle modifie la puissance moyenne fournie au moteur et la vitesse qui en résulte.
- Dans les véhicules, les microcontrôleurs à l'intérieur de l'ECU utilisent le PWM pour contrôler des dispositifs tels que les moteurs, les chauffages, les lampes, etc. Le courant alimentant ces dispositifs provient de transistors, contrôlés par l'ECU.

En général, ces transistors sont connectés pour "faire couler" le courant plutôt que pour le faire "couler", c'est-à-dire qu'ils sont utilisés sur le chemin de masse et non sur le chemin V+ du circuit de commande. Lorsqu'il s'agit d'un courant descendant, le courant entre dans le transistor. Lorsqu'il s'agit d'une source, le courant sort du transistor.

Le diagramme ci-dessous illustre la signification des notions de "courant descendant" et de "courant ascendant".



Fiche d'exercice 10

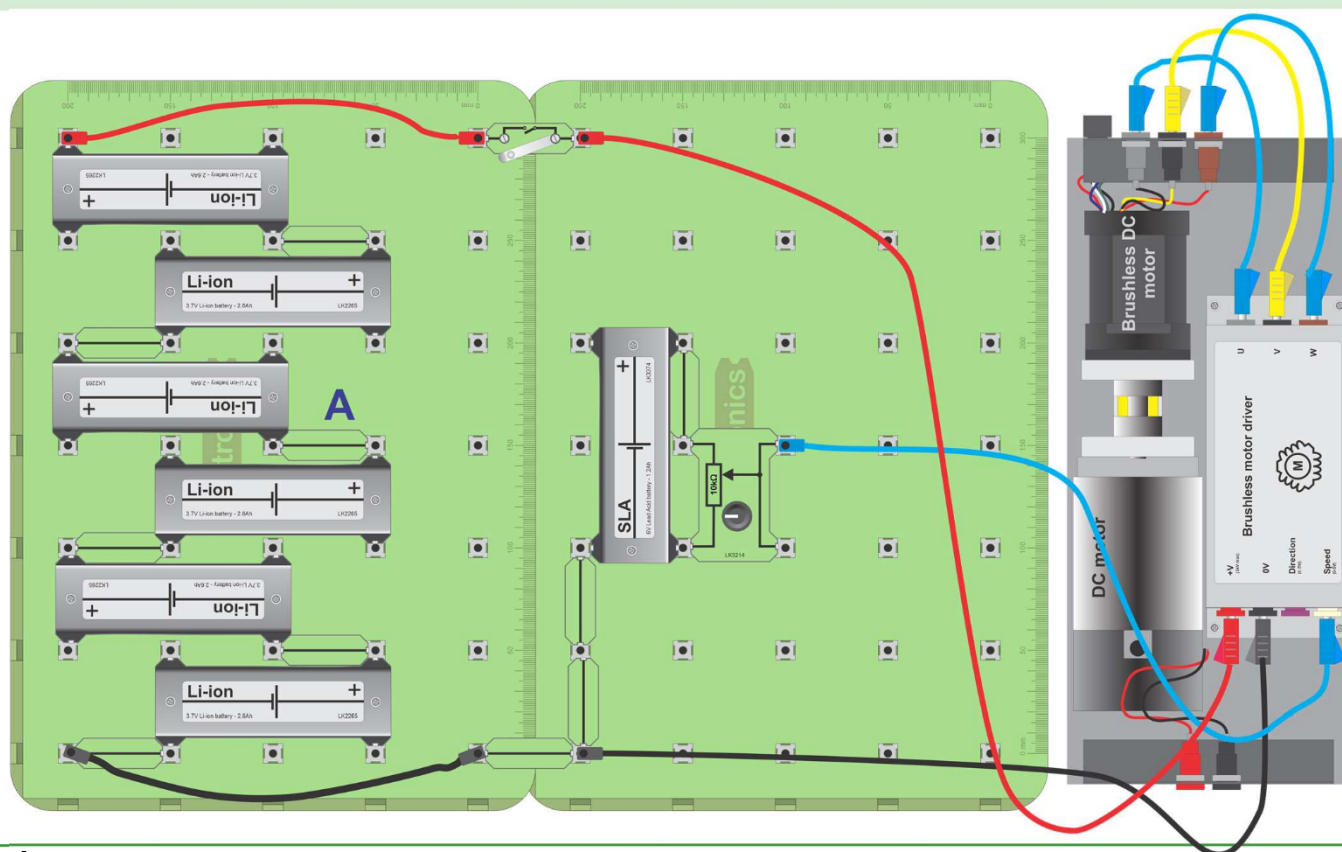
Powering three-phase motors

Systèmes de batteries et de haute tension

Les systèmes triphasés - générateurs, moteurs électriques, lignes de transport d'électricité - sont plus efficaces sur le plan énergétique que leurs équivalents biphasés ou monophasés.

Dans les systèmes électriques des véhicules, presque tous les alternateurs et la plupart des moteurs sont des dispositifs triphasés.

La photo montre une partie du moteur électrique d'une Toyota Prius.



À vous de jouer :

- Montez le circuit illustré dans le schéma ci-dessus. Il utilise six cellules Li-ion pour l'alimentation du moteur.

Attention - Veillez à connecter les cellules dans le bon sens !

La batterie SLA et le potentiomètre 10kΩ fournissent une tension variable entre 0 et 6V au module 'Brushless motor driver' pour contrôler la vitesse du moteur.

- Tournez le bouton du potentiomètre à fond dans le sens inverse des aiguilles d'une montre pour obtenir la tension minimale.
- Fermez l'interrupteur d'alimentation.
- Augmentez lentement la sortie du potentiomètre pour faire tourner le moteur sans balais.

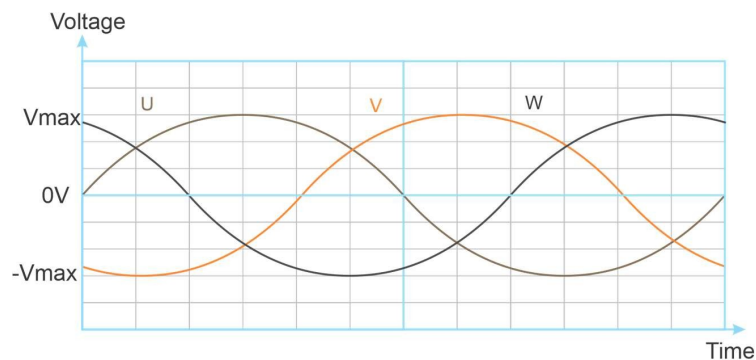
Fiche d'exercice 10

Convertisseurs de tension

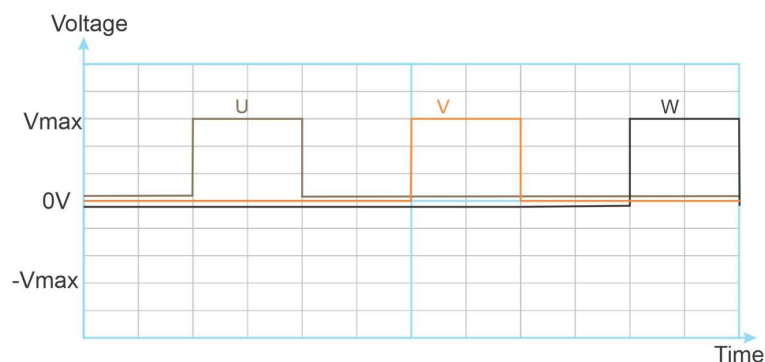
Systèmes de batteries et de haute tension

Et alors ?

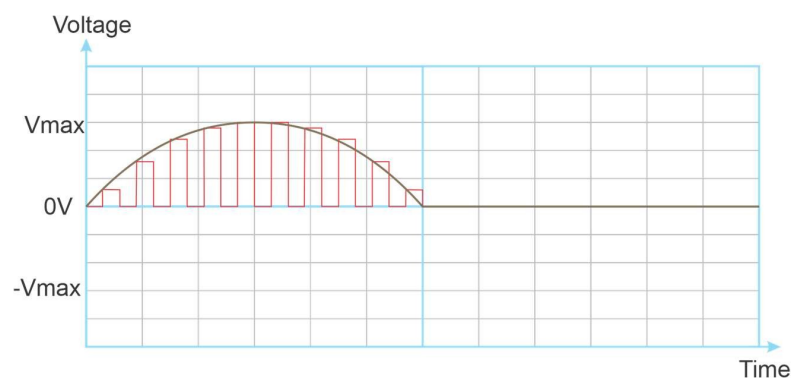
- Les moteurs triphasés nécessitent un circuit d'alimentation spécial pour fonctionner. Celui-ci est logé dans un boîtier en acier dans le module HP2001 DC motor / Brushless motor.
- Dans un moteur triphasé, les tensions sur les trois phases devraient idéalement ressembler à ceci :



- Les signaux sont identiques, mais décalés de 120 degrés. Il s'agit d'un signal difficile à reproduire avec l'électronique de puissance. Un signal facile à produire pourrait ressembler à ceci :



- Ici, la puissance fournie à chacune des trois phases est toujours séparée de 120 degrés.
- Cependant, ce signal produirait des mouvements très saccadés et serait inefficace.
- Ce que nous pouvons faire facilement avec l'électronique de puissance, c'est créer un signal composé d'impulsions qui varient en rapport d'espace de marque et en amplitude. Pour une phase, c'est quelque chose comme ça :



Fiche d'exercice 10

Convertisseurs de tension

Systèmes de
batteries et de haute tension

Paramètres de l'oscilloscope :		
Base de temps - 2ms/div	Plage de tension - $\pm 20V$ DC	Mode de déclenchement - Simple
Canal de déclenchement - ch A	Direction du déclenchement - Montante	Seuil de déclenchement - 1V

À vous de jouer :

- Avec le fil de terre sur la ligne 0V, prenez un oscilloscope et connectez chaque canal aux prises **U** et **V** du "Brushless motor driver".
- Vous ne pourrez pas déclencher l'oscilloscope facilement - utilisez le mode de déclenchement unique pour capturer et geler une seule trace.
- Faites tourner le moteur rapidement et lentement. Confirmez que :
 - le PWM varie en fonction de la vitesse du moteur
 - Les signaux de U, V, W sont distants de 120 degrés.
 - Le signal se rapproche d'une sinusoïde

Fiche d'exercice 11

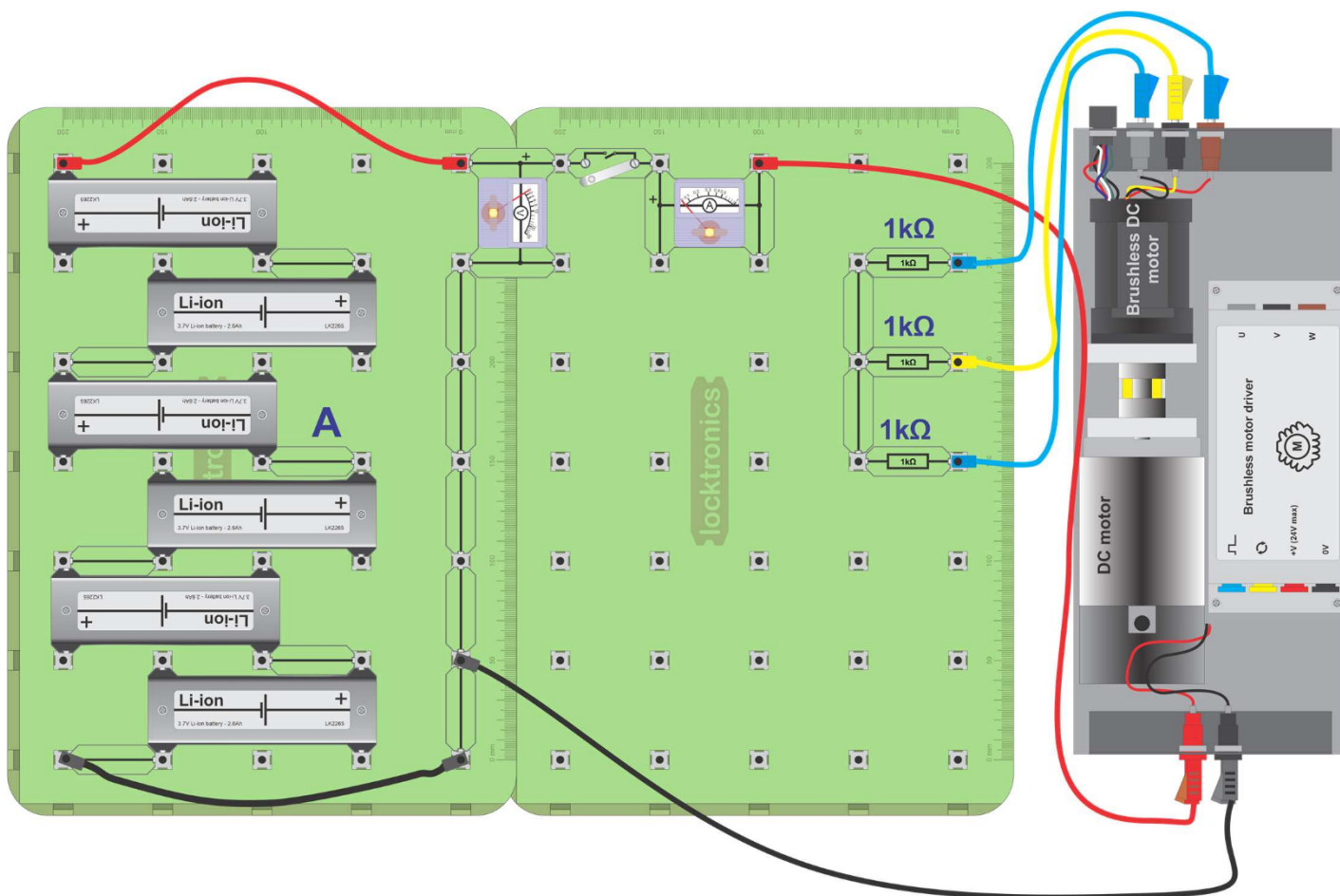
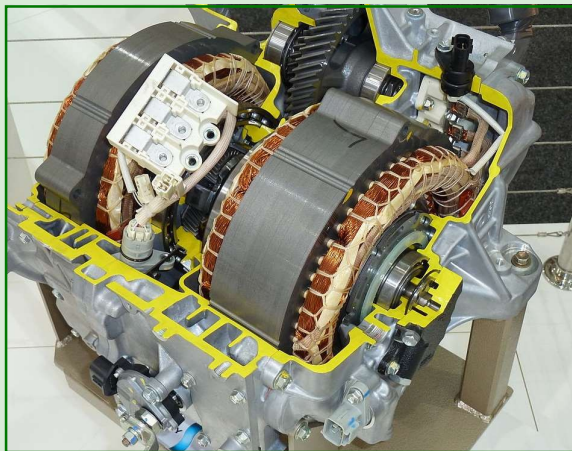
Générateurs triphasés

Systèmes de batteries et de haute tension

Les alternateurs de voiture sont en fait des générateurs de courant alternatif triphasé. Leur signal de sortie est redressé en courant continu par un seul bloc électronique qui contient six diodes de puissance.

Les moteurs d'entraînement des véhicules électriques sont également triphasés.

La photographie montre une partie de la chaîne cinématique d'une Toyota Prius avec un générateur triphasé et un moteur triphasé.



À vous de jouer :

- Construisez le circuit illustré ci-dessus.

Attention - Veillez à connecter les cellules dans le bon sens !

Fiche d'exercice 11

Générateurs triphasés

Systèmes de batteries et de haute tension

À vous de continuer ...

- Utilisez un oscilloscope pour examiner les formes d'ondes provenant du générateur triphasé. Votre oscilloscope n'a probablement que deux entrées. Pour voir la synchronisation relative des trois formes d'onde, gardez une forme d'onde en permanence sur le canal 1 et utilisez le canal 2 pour examiner les deux autres formes d'onde à tour de rôle.

Connectez la sonde de l'oscilloscope à l'une des résistances de $1k\Omega$, la connexion de masse de l'oscilloscope étant reliée aux liens de connexion.

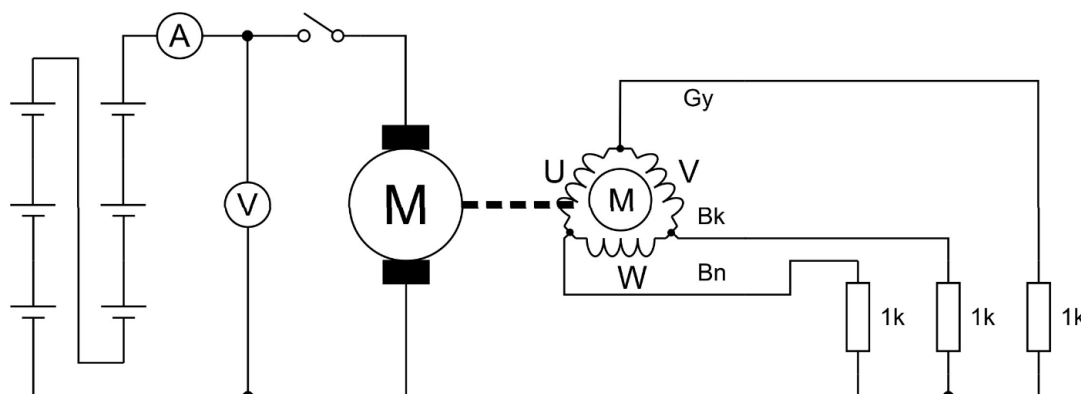
Paramètres de l'oscilloscope :

Base de temps -10ms/div	Plage de tension - $\pm 10V$ DC	Mode de déclenchement - Auto
Canal de déclenchement - ch A	Direction du déclenchement - Montante	Seuil de déclenchement - 5V

- Utilisez les axes fournis dans le manuel de l'élève pour dessiner les formes d'onde à travers les trois résistances.
- Réduisez la tension d'alimentation du moteur à courant continu en utilisant seulement trois batteries Li-ion.
- Refaites un croquis de l'une des formes d'onde.

Et alors ?

- Les sorties triphasées ont toutes des temps différents sur l'oscilloscope. Les enroulements du générateur triphasé sont espacés de 120° . Les pics des formes d'onde sont espacés de 33 % de la période de temps de la forme d'onde. On dit donc que "les formes d'onde sont espacées de 120° ".
- La puissance du générateur triphasé dépend de la vitesse du moteur à courant continu.



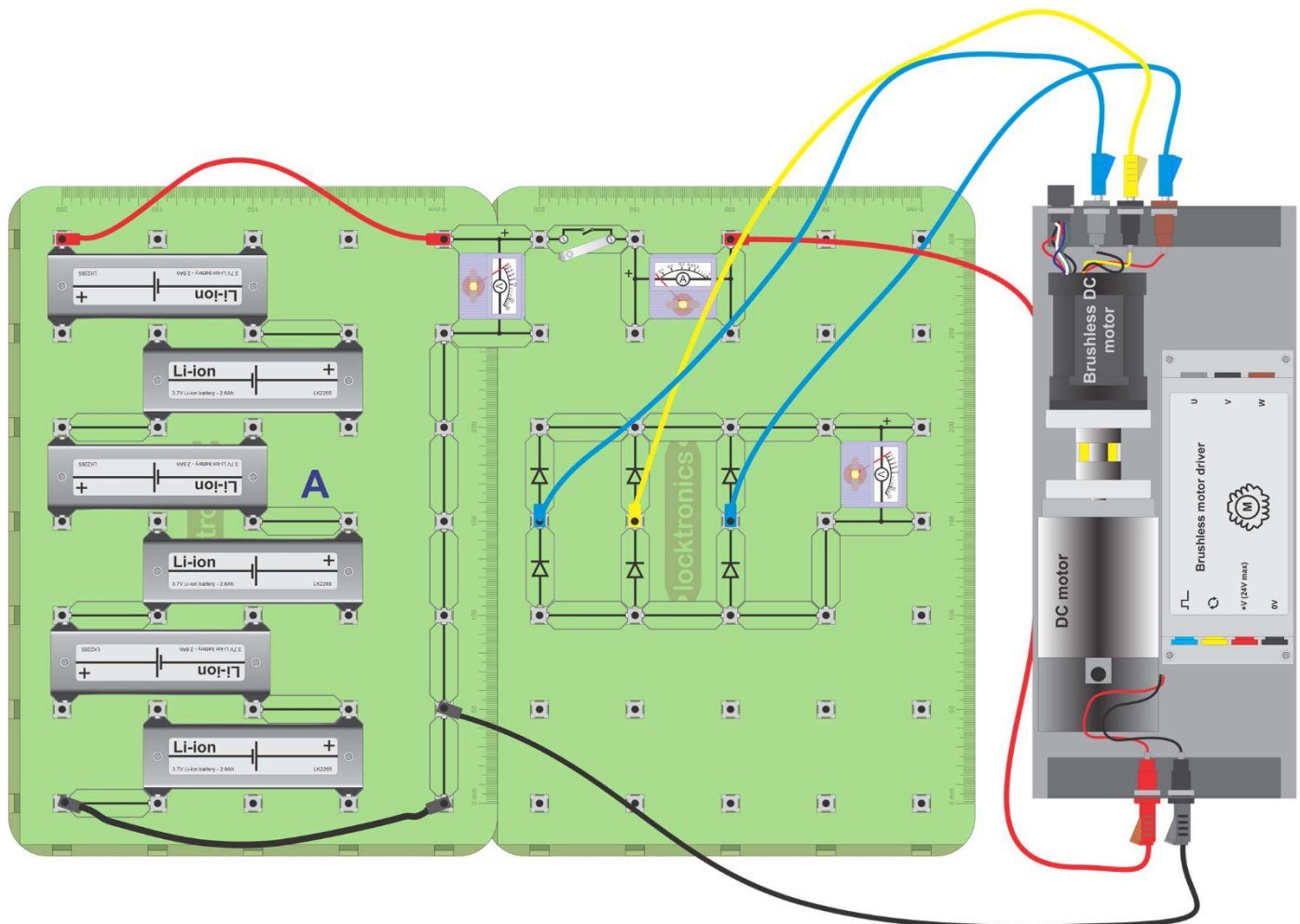
Vous avez construit le circuit représenté sur le schéma ci-dessus. En réalité, il s'agit de deux circuits distincts.

Chacun d'eux a sa propre terre ou masse. Elles ne sont pas connectées et peuvent être à des tensions différentes.

Fiche d'exercice 11

Générateurs triphasés

Systèmes de batteries et de haute tension



À vous de jouer :

- Construisez le circuit illustré ci-dessus.

Attention - Veillez à connecter les cellules dans le bon sens !

- Utilisez un oscilloscope pour observer les formes d'ondes provenant du générateur triphasé.

Paramètres de l'oscilloscope :

Base de temps -10ms/div **Plage de tension** - $\pm 10V$ DC **Mode de déclenchement** - Auto
Canal de déclenchement - ch A **Direction de déclenchement** - Montante
Seuil de déclenchement - 5V

- Utilisez les axes fournis dans le manuel de l'élève pour esquisser les formes d'onde à travers les rangées de diodes.

Fiche d'exercice 11

Générateurs triphasés

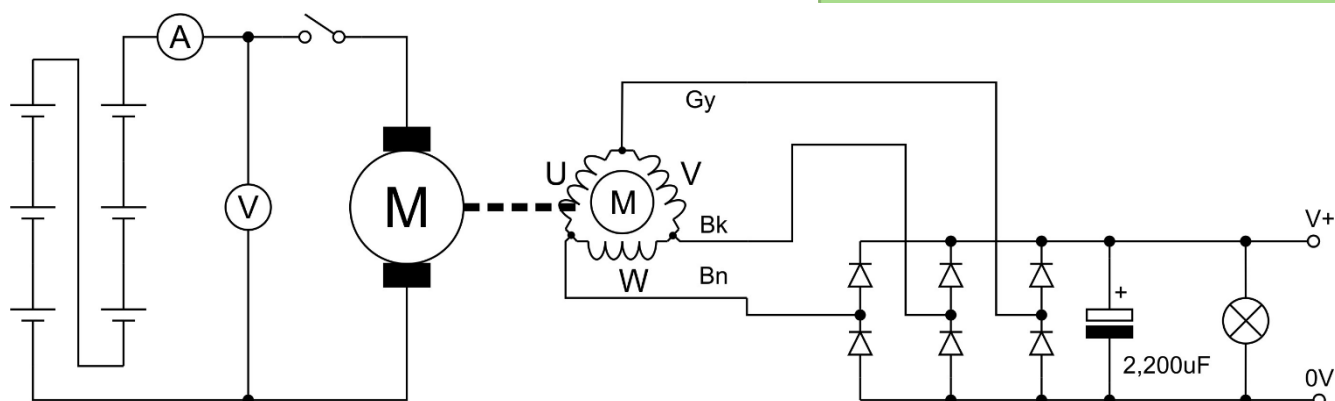
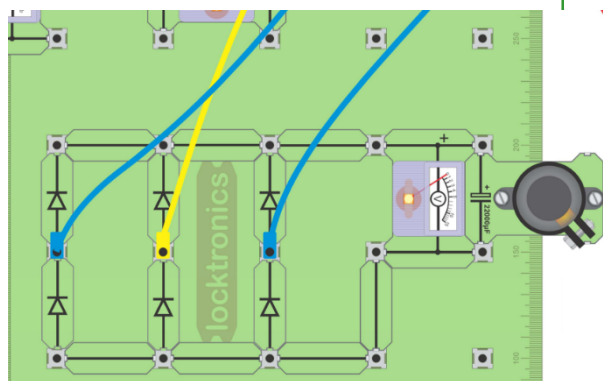
Systèmes de batteries et de haute tension

Et alors ?

- Les diodes redressent le signal de tension triphasé en une seule forme d'onde continue.
- La forme d'onde du courant continu présente une certaine ondulation. Lorsque la sortie d'un tel pont est connectée à une batterie, celle-ci élimine l'ondulation.

À vous de jouer :

- Ajoutez un gros condensateur de 2200 μ F à la sortie du redresseur.
- Connectez une ampoule DEL à la sortie du redresseur.
- Le circuit ressemble à celui présenté ci-dessous.



- Fermez l'interrupteur et faites tourner le moteur à courant continu.
- Ouvrez l'interrupteur pour arrêter le moteur à courant continu.
- Combien de temps l'ampoule reste-t-elle allumée ?
- Avec un multimètre réglé sur la tension continue, mesurez la tension **initiale** entre les deux masses - cette tension diminuera rapidement.

Et alors ?

- Le condensateur se décharge parce qu'il n'y a qu'une seule ampoule DEL. Sans cette dernière, le condensateur resterait chargé beaucoup plus longtemps.
- Il faut faire très attention aux condensateurs dans la partie haute tension des véhicules électriques - même lorsque les batteries sont retirées, ils peuvent encore contenir une charge suffisante pour tuer.
- Il n'y a pas de lien électrique entre les masses de chaque côté du circuit. Cela signifie qu'il peut y avoir une tension importante entre les deux masses.

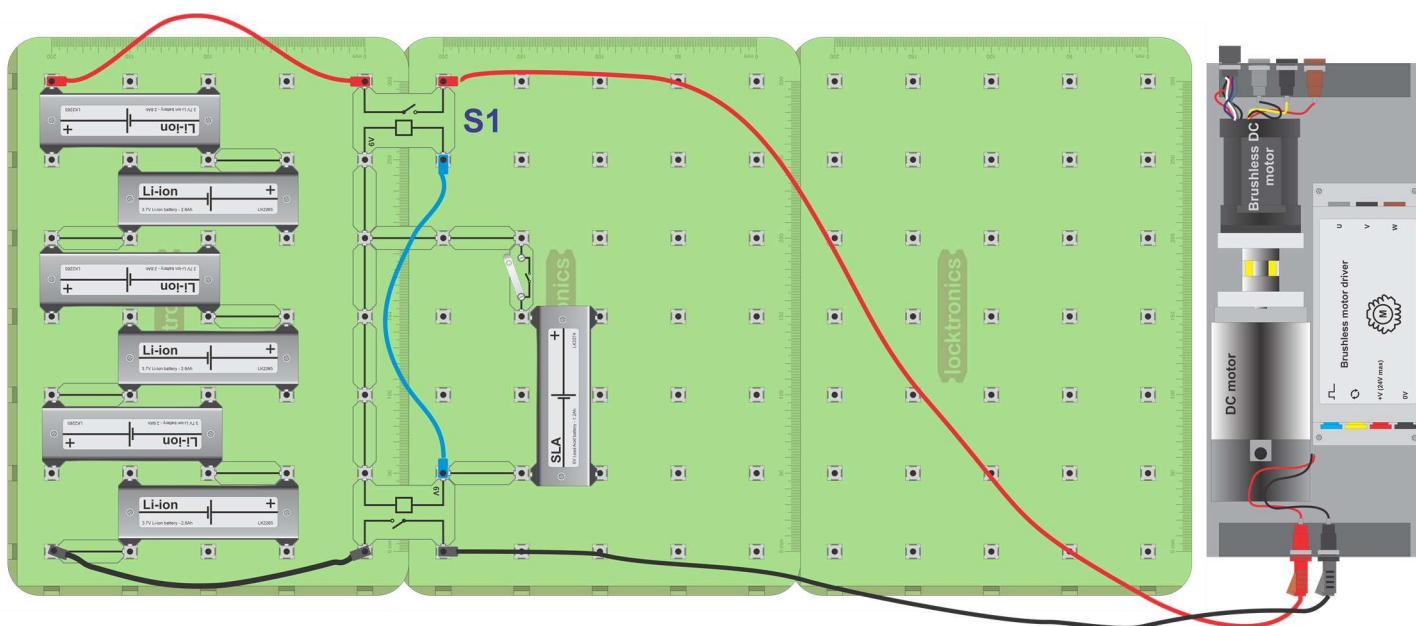
Fiche d'exercice 12

Relais d'isolation

Systèmes de batteries et de haute tension

Dans les véhicules électriques, la tension de la batterie peut être supérieure à 400 V DC. Il s'agit d'une tension très élevée qui présente des risques pour l'homme lors de l'entretien d'un véhicule ou lorsqu'un véhicule s'écrase et que l'équipe d'intervention doit accéder au véhicule. Il est important que la haute tension puisse être isolée du reste du véhicule.

La photographie montre une sélection de couches d'isolation.



À vous de jouer :

- Construisez le circuit illustré ci-dessus.

Et alors ?

- Les deux relais sont activés et désactivés par la batterie plomb-acide scellée. Il s'agit d'une source de 6 V.
- Les batteries Li-ion forment une batterie de 24V. Les relais utilisent 6V pour commuter 24V.
- Il y a deux circuits distincts qui ne se connectent pas l'un à l'autre car les relais assurent l'isolation électrique d'un circuit par rapport à l'autre.

Fiche d'exercice 14

Projet de véhicule électrique

Systèmes de batteries et de haute tension

Il n'existe pas de modèle unique de véhicule hybride ou électrique. Au départ, les véhicules utilisaient l'énergie récupérée lors du freinage pour assister un moteur à essence via la chaîne cinématique.

Les modèles plus récents utilisent le réseau électrique pour recharger une batterie avec un petit moteur d'assistance.

Les modèles plus récents sont purement électriques.

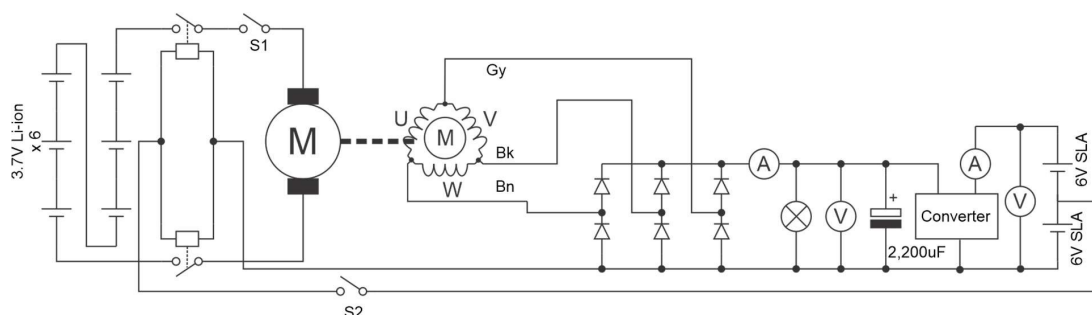
Dans les véhicules électriques modernes utilisant des batteries à haute tension, la charge sidérale entraîne des risques électriques supplémentaires, même lorsque le courant semble coupé.



La photo montre une voiture hybride Volvo.

À vous de jouer :

- Développez le schéma construit dans la fiche d'exercice précédente en ajoutant le circuit illustré à la page suivante. Le résultat est le système illustré dans le schéma ci-dessous.



- Deux relais séparent le moteur à courant continu des batteries Li-ion. Ils sont contrôlés par l'interrupteur **S2**, qui applique 6V aux relais. L'ampoule représente la charge appliquée à la sortie du redresseur. Un convertisseur élévateur est utilisé pour charger deux batteries SLA connectées en série.
- Tournez le potentiomètre du convertisseur élévateur à fond dans le sens inverse des aiguilles d'une montre pour obtenir la sortie minimale.
- Fermez les interrupteurs **S1** et **S2**. Au départ, aucun courant ne circule dans les batteries SLA car la sortie du convertisseur élévateur est trop faible. Tournez le potentiomètre du convertisseur élévateur jusqu'à ce que le courant circule pour charger les SLA. Commentez ce que vous remarquez dans la fiche de l'élève.

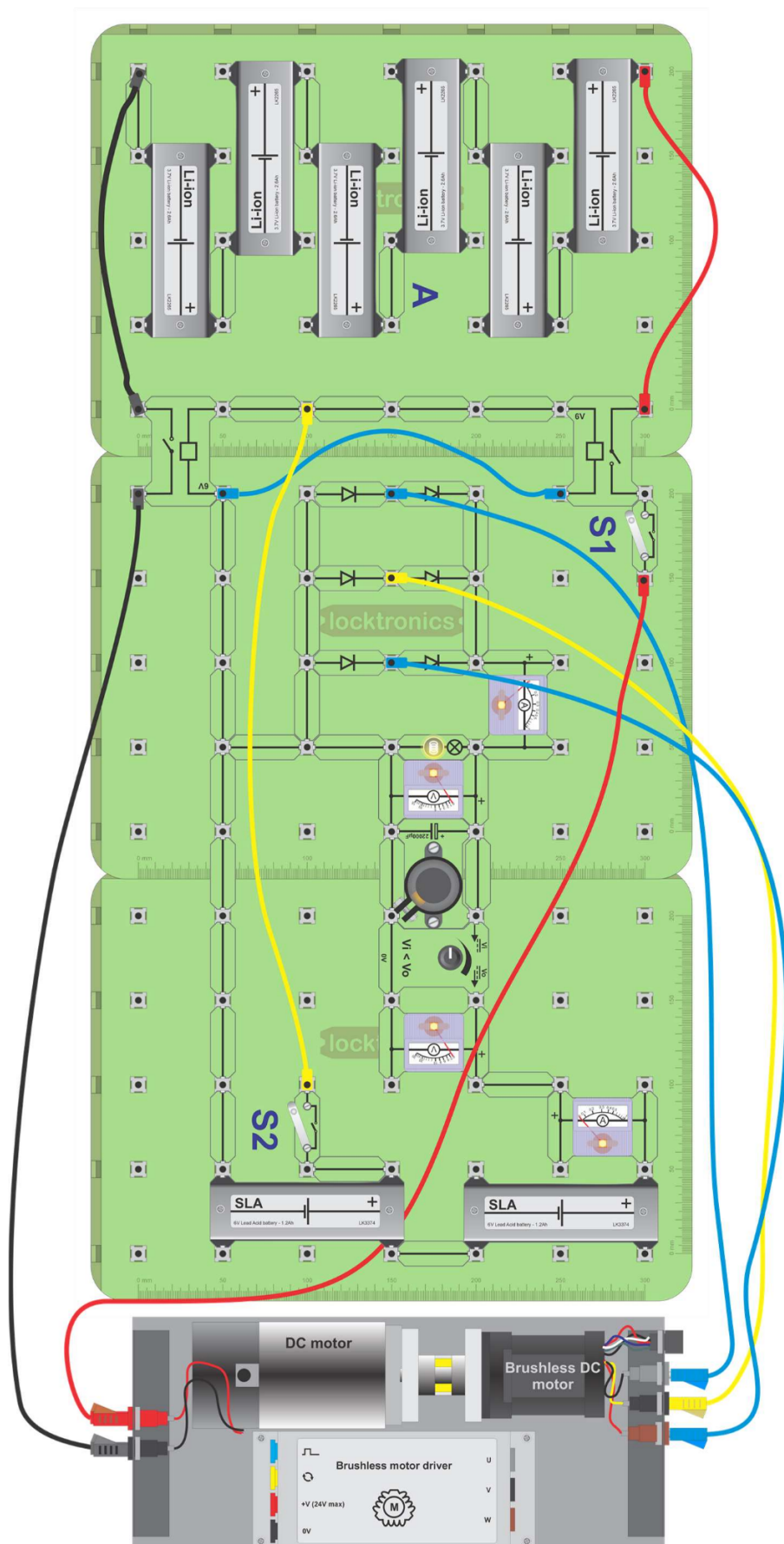
Et alors ?

- Dès que les ALS consomment du courant, le moteur ralentit. Plus l'énergie électrique est tirée du générateur, moins le moteur dispose d'énergie mécanique.
- La tension sans les ALS monte à environ 16 V. Avec les ALS, elle ne dépasse pas 13 V, car la sortie est bridée à sa tension. Lorsqu'elles sont en place, elle ne dépasse pas 13 V car les ALS brident la sortie à leur tension.
- Dans la pratique, chaque type de véhicule présente un agencement différent de batteries, de relais, d'onduleurs, de moteurs, de générateurs et d'autres composants. Certains comprennent deux batteries - une batterie haute tension Li-ion et une batterie SLA conventionnelle.
- Dans les véhicules électriques, les relais séparent la batterie haute tension du reste du véhicule, en isolant les côtés positif et négatif de la batterie.

Fiche d'exercice 13

Projet de véhicule électrique

Systèmes de batteries et de haute tension



Sur le composant du convertisseur ascendant, on peut lire " $V_i < V_o$ ", ce qui signifie que V_i est inférieur à V_o .

Remarque - si l'état de charge de vos ALS est faible, le courant sera toujours consommé, quel que soit le réglage du convertisseur élévateur

Fiche d'exercice 14

Défauts du système de charge

Systèmes de batteries et de haute tension

La technologie utilisée dans les bornes de recharge pour les véhicules électriques est la même que celle utilisée dans les voitures elles-mêmes :

- L'énergie alternative est convertie en énergie continue ;
- cette tension est convertie en tension de la batterie ;
- puis stockée dans la batterie.

La photographie montre un dispositif de recharge intégré à un lampadaire.



À vous de jouer :

- Utilisez le système que vous avez construit pour la fiche d'exercice précédente, illustrée à la page précédente, pour tester les effets de:

1 - Défaillance de la diode - circuit ouvert :

A. Production minimale

- Réglez le convertisseur élévateur pour obtenir une sortie minimale, de sorte qu'aucun courant ne soit fourni à la batterie.
 - Mesurez et enregistrez la tension de sortie du redresseur (aux bornes de l'ampoule).
- Retirez la diode supérieure gauche.
 - Mesurez et enregistrez la tension de sortie du redresseur.
- Retirez la diode inférieure gauche.
 - Mesurez et enregistrez la tension de sortie du redresseur.
- Retirez la diode centrale inférieure.
 - Mesurez et enregistrez la tension de sortie du redresseur.
- Remplacez toutes les diodes.

B. Augmentation de la production

- Lorsque l'onduleur est réglé au point de charger les batteries SLA, répétez l'exercice.
- Le retrait des diodes reproduit le cas où les diodes tombent en panne et passent en circuit ouvert.

2 - Défaillance de la diode - court-circuit :

- Répétez les étapes **A** et **B**, mais en remplaçant les diodes par des liens de connexion.
- Reconstituez le circuit comme il se doit.

Et alors ?

- Le redresseur triphasé est un circuit très robuste. Une défaillance partielle est relativement difficile à détecter et peut n'être remarquée par l'utilisateur du véhicule que sous la forme d'une perte partielle de la capacité de charge/batterie.

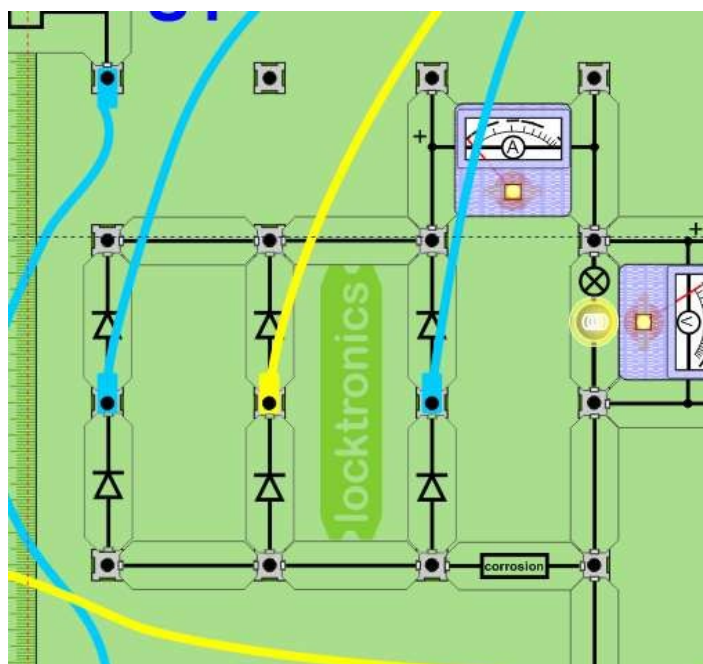
Fiche d'exercice 14

Défauts du système de charge

Systèmes de batteries et de haute tension

3 - Effet de la corrosion :

- Réglez le convertisseur élévateur sur la sortie minimale, de sorte qu'aucun courant ne soit fourni à la batterie.
- Mesurez et enregistrez la tension de sortie du redresseur (aux bornes de l'ampoule).
- Remplacez la liaison à la terre entre le bloc redresseur et le compteur par un composant "Corrosion" comme indiqué dans le diagramme ci-dessous.
- Mesurez et enregistrez la tension de sortie du redresseur (aux bornes de l'ampoule).
- Tournez maintenant le potentiomètre jusqu'à ce que le convertisseur élévateur commence à fournir du courant aux batteries SLA.
- Mesurez et enregistrez la tension de sortie du redresseur (aux bornes de l'ampoule).
- Éliminez la corrosion. Mesurez à nouveau la tension.



Et alors ?

- Les défauts de corrosion produisent une chute de tension mesurable lorsque le courant circule.
- Ces défauts sont plus difficiles à détecter lorsque le courant circule peu, c'est-à-dire lorsque la batterie est bien chargée.

Fiche d'exercice 15

Gestion de la batterie

Systèmes de batteries et de haute tension

Les batteries sont toutes différentes, physiquement et donc électriquement. C'est le résultat d'un processus de fabrication qui n'est pas exact. Cela pose des problèmes qui doivent être gérés par les systèmes électroniques qui supervisent la charge. La photo montre la batterie d'un SUV hybride Ford Escape.



À vous de jouer :

Votre trousse contient six cellules Li-ion. La tension nominale est d'environ 3,7V pour chacune d'entre elles, à condition que le SOC soit compris entre 15% et 95%.

- Mesurez la tension de sortie de chacun d'eux à l'aide d'un multimètre et inscrivez vos réponses dans le tableau de la fiche de l'élève.
- Choisissez deux piles de tensions différentes.

Et alors ?

- La tension de sortie réelle d'une cellule Li-ion "18650" varie entre 3,5 et 3,9V.
- Pour autant qu'elle soit correctement chargée, avec un état de charge compris entre 5 % et 95 %, toute cellule dont la tension de sortie se situe en dehors de cette plage peut être considérée comme hors spécifications.
- Une cellule défectueuse dans un bloc-batterie peut affecter les performances de l'ensemble du bloc-batterie.
- Lorsqu'il est nécessaire de charger plusieurs batteries connectées en parallèle, on choisit des batteries dont la tension de sortie est similaire.

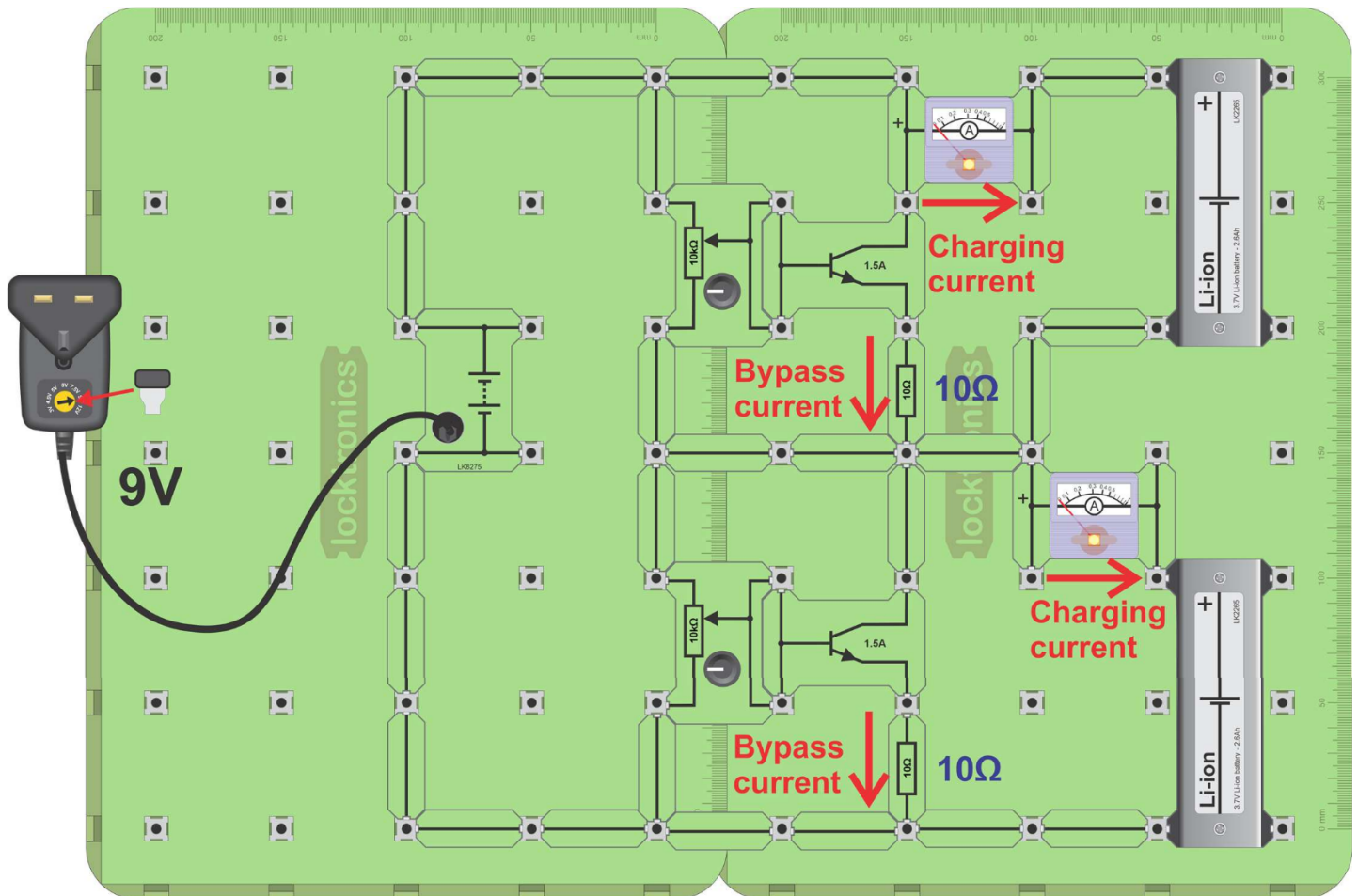
À vous de jouer :

- Sélectionnez deux cellules dans votre collection, l'une à haute tension et l'autre à basse tension.
- Notez leurs tensions dans le manuel de l'élève.
- Construisez le circuit illustré à la page suivante. Les compteurs analogiques donnent une valeur approximative du courant.
- À l'aide des potentiomètres, réglez le courant dans les transistors de manière à ce que le compteur indique un courant de 1A dans chaque batterie. Si l'état de charge de vos batteries est faible, le courant peut être supérieur à cette valeur - dans ce cas, choisissez un courant de 1,2A.
- Mesurez la tension de dérivation à travers chacune des résistances de 10 ohms.
- Calculez le courant de dérivation en utilisant la loi d'Ohm.
- Notez la tension de démarrage de chaque cellule et le courant de dérivation.

Fiche d'exercice 15

Gestion de la batterie

Systèmes de
batteries et de haute tension



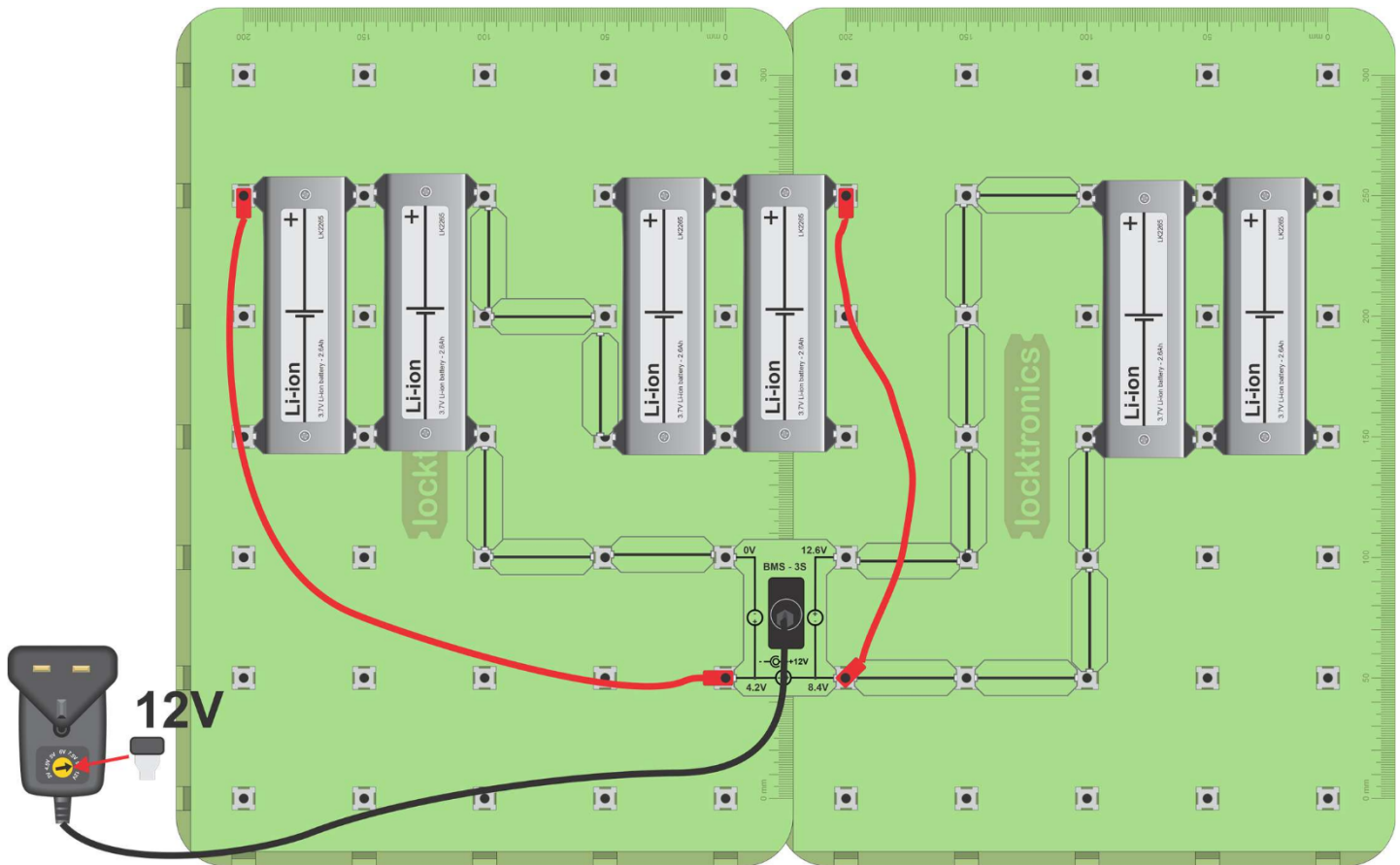
Et alors ?

- Ce circuit permet de varier le courant de charge pour chaque cellule.
- En fait, nous chargeons deux batteries Li-ion en série. Les deux circuits composés du potentiomètre, du transistor et de la résistance de 10 ohms agissent comme des circuits de dérivation de courant réduisant le courant à travers chaque batterie.
- Dans un système complet de gestion de la batterie, un ordinateur mesure la tension et le courant pour chaque batterie - ou pour chaque groupe de batteries en parallèle.
- L'ordinateur utilise ensuite des circuits de transistors similaires pour dériver le courant des batteries entièrement chargées afin d'éviter leur surcharge, ce qui prolonge la durée de vie de la batterie.
- Vous devriez constater que le courant de dérivation est plus important pour la cellule dont la tension de démarrage est la plus élevée.

Fiche d'exercice 15

Gestion de la batterie

Systèmes de batteries et de haute tension



À vous de jouer :

- Construisez le circuit illustré ci-dessus. Le système de gestion de la batterie (BMS) vous permet de charger trois paires de batteries ensemble.
- Mesurez la tension et le courant de chaque paire de piles et notez-les dans le manuel.

Et alors ?

- Les systèmes de gestion des batteries varient en complexité. Le BMS de Locktronics charge toutes les batteries au même rythme jusqu'à ce que la tension d'une paire de batteries atteigne 4,2V. Ensuite, il arrête de charger toutes les batteries.
- Ce système peu sophistiqué est sûr, mais il ne permet pas à toutes les batteries d'atteindre leur capacité maximale.

Manuel de l'élève

Systèmes de batteries et de haute tension

Fiche d'exercice 1 - Test des batteries plomb-acide scellées

Effet de la charge sur la tension de sortie :

<i>Interrupteurs fermés</i>	<i>Aucun</i>	<i>1er seulement</i>	<i>1er et 2ème</i>	<i>1er, 2ème et 3ème</i>
Tension de la batterie				
Total courant	0			

Effet du temps de décharge sur la tension de sortie :

<i>Durée en minutes</i>	<i>0</i>	<i>5</i>	<i>10</i>
Tension de la batterie			
Courant de la batterie			

Fiche d'exercice 2 - Charger les batteries SLA

<i>Durée en minutes</i>	<i>0</i>	<i>5</i>	<i>10</i>
Tension de la batterie sur le chargeur			
Courant de la batterie			
Tension de la batterie en circuit ouvert			

Fiche d'exercice 3 - Tester les batteries Li-ion

Effet de la charge sur la tension de sortie :

<i>Interrupteurs fermés</i>	<i>Aucun</i>	<i>1er seulement</i>	<i>1er et 2ème</i>	<i>1er, 2ème et 3ème</i>
Tension de la batterie				
Total courant	0			

Fiche d'exercice 4 - Charger les batteries Li-ion

<i>Durée en minutes</i>	<i>0</i>	<i>5</i>	<i>10</i>
Tension de la batterie sur le chargeur			
Courant de la batterie			
Tension de la batterie en circuit ouvert			

Systèmes de batteries et de haute tension

Fiche d'exercice 5 - Construire des batteries plus importantes

Deux batteries SLA de 6V en série :

<i>Tension (V)</i>	<i>Courant (A)</i>	<i>Puissance fournie (W)</i>

Six cellules Li-ion dans une batterie 2,3 :

<i>Tension (V)</i>	<i>Courant (A)</i>	<i>Puissance fournie (W)</i>

Défi 1 : six cellules Li-ion dans une batterie 3,2 :

<i>Tension (V)</i>	<i>Courant (A)</i>	<i>Puissance fournie (W)</i>

Tension cellulaire	A	3.7	V
Courant nominal des cellules individuelles	B		Ah
Cellules en parallèle	C		
Groupes de cellules en série	D		
Puissance nominale combinée	$A \times B \times C \times D$		Wh

Défi 2 : six cellules Li-ion dans une batterie 6,1 :

<i>Tension (V)</i>	<i>Courant (A)</i>	<i>Puissance fournie (W)</i>

Tension cellulaire	A	3.7	V
Courant nominal des cellules individuelles	B		Ah
Cellules en parallèle	C		
Groupes de cellules en série	D		
Puissance nominale combinée	$A \times B \times C \times D$		Wh

Systèmes de batteries et de haute tension

Défi 3 : Batterie du modèle S de Tesla

Pour une brique :

Tension cellulaire	A		V
Courant nominal des cellules individuelles	B		Ah
Cellules en parallèle	C		
Cellules en série	D		
Puissance nominale combinée	$A \times B \times C \times D$		Wh

Pour 16 briques, la puissance totale est égale à 16 fois ce chiffre, soit 66,5 kWh.

Fiche d'exercice 6 - Batterie Li-ion défauts

Tension de sortie à vide : _____

Tension de sortie lorsqu'elle est connectée au moteur : _____

Tension de sortie avec corrosion au point A _____

Tension de sortie avec corrosion au point A - avec charge _____

Tension aux bornes du composant corrosif _____

<i>Batterie 1 (V)</i>	<i>Batterie 2 (V)</i>	<i>Batterie 3 (V)</i>	<i>Batterie 4 (V)</i>	<i>Batterie 5 (V)</i>	<i>Batterie 6 (V)</i>

Systemes de batteries et de haute tension

Fiche d'exercice 7 - Défaits de la batterie SLA

Partie 1 - COMmon connecté au nœud 4 :

<i>Interrupteur</i>	<i>Tension dans la batterie (entre les nœuds 1 et 4)</i>
Ouvert	
Fermé	

Partie 2 - COMmon connecté au nœud 3 :

<i>Interrupteur</i>	<i>Tension dans la batterie (entre les nœuds 1 et 3)</i>
Ouvert	
Fermé	

Question 1 : Pourquoi les deux relevés sont-ils identiques lorsque l'interrupteur est ouvert ?

.....

.....

Question 2 : Dans la partie 1, pourquoi la lecture change-t-elle lorsque l'interrupteur est fermé ?

.....

.....

Partie 3 - Effet de la corrosion sur la tension de charge :

<i>Interrupteur</i>	<i>Tension aux bornes de l'ampoule (entre les nœuds 2 et 3)</i>
Avec la corrosion en	
Sans corrosion	

Question 3 : Quel est l'effet de la corrosion des câbles et des connecteurs sur la luminosité de l'ampoule ?

.....

Défi :

Résultats de l'enquête :

.....

.....

.....

.....

.....

Décrivez comment vous vérifiez la présence de corrosion sur la batterie.

.....

.....

.....

Systemes de batteries et de haute tension

Fiche d'exercice 9 - Convertisseurs de tension

<i>Position du pot</i>	<i>Complètement dans le sens inverse des aiguilles d'une montre</i>	<i>À mi-chemin</i>	<i>Complètement dans le sens des aiguilles d'une montre</i>
<i>Courant d'entrée</i>			
<i>Tension d'entrée</i>			
<i>Puissance d'entrée</i>			
<i>Courant de sortie</i>			
<i>Tension de sortie</i>			
<i>Puissance de sortie</i>			
<i>Efficacité</i>			

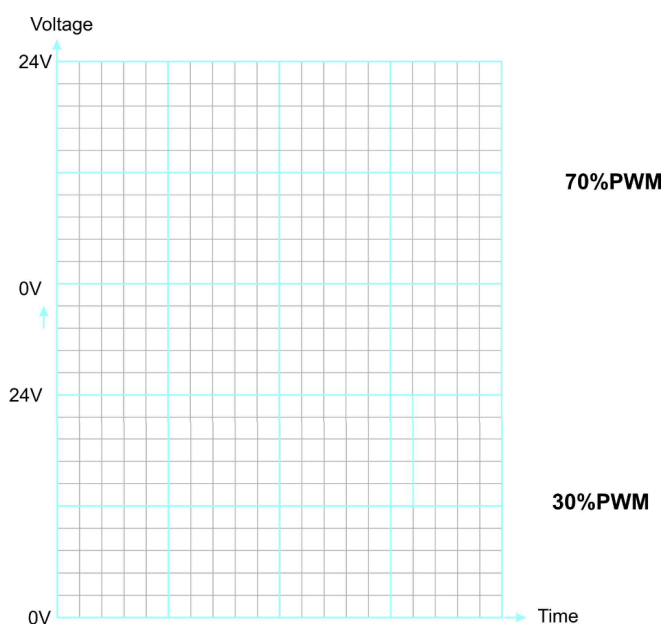
	<i>Lecture</i>
<i>Courant d'entrée</i>	
<i>Tension d'entrée</i>	
<i>Puissance d'entrée</i>	
<i>Courant de sortie</i>	
<i>Tension de sortie</i>	
<i>Puissance de sortie</i>	
<i>Efficacité</i>	

Fiche d'exercice 10 - Alimentation des moteurs à courant continu :

Que se passe-t-il au niveau de la vitesse du moteur lorsque l'on réduit le nombre de batteries en série ?

.....

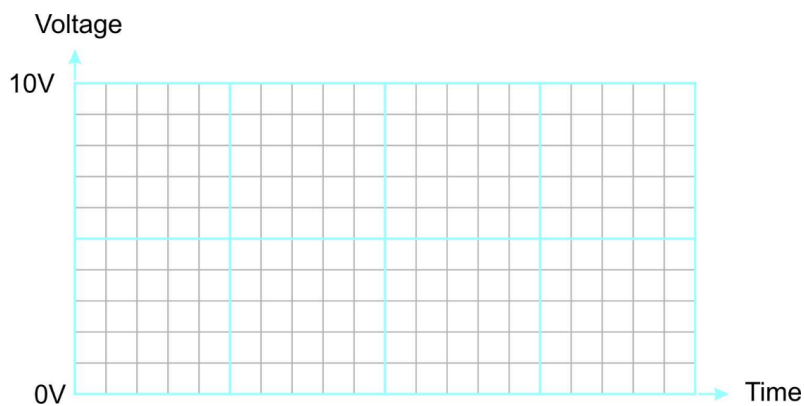
Signaux PWM :



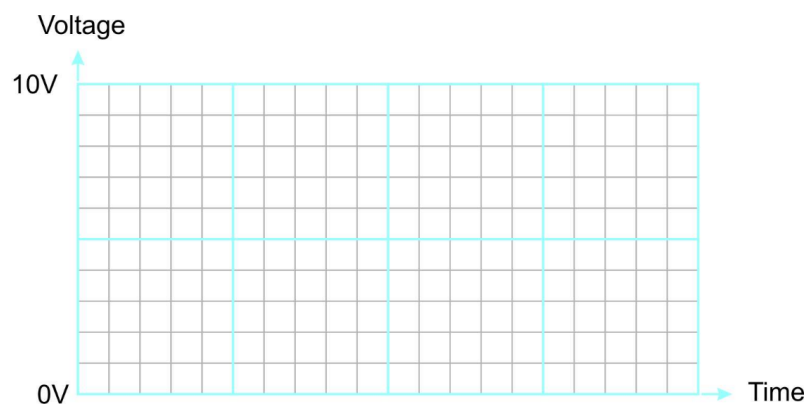
Systèmes de batteries et de haute tension

Fiche d'exercice 10 - Alimentation des moteurs triphasés

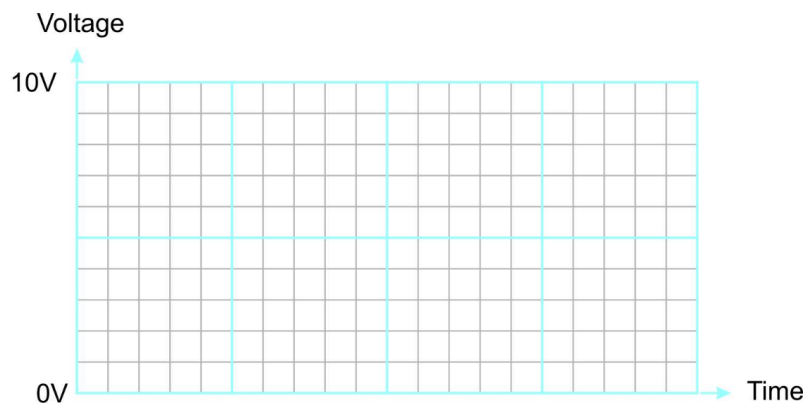
Phase 1 :



Phase 2 :



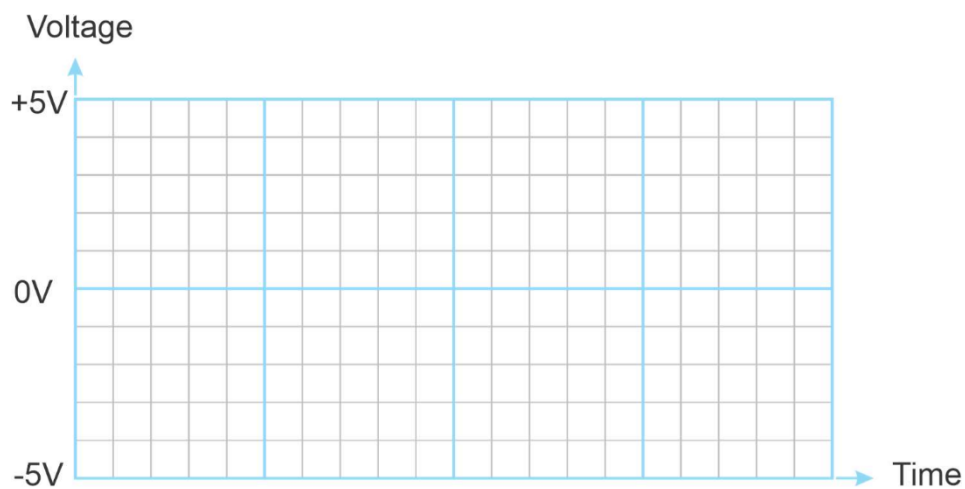
Phase 3 :



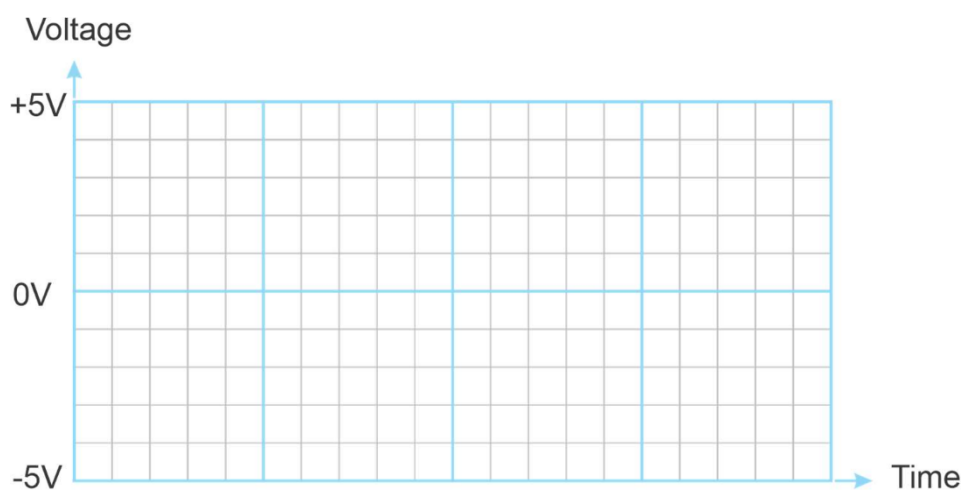
Systemes de batteries et de haute tension

Fiche d'exercice 11 - G6nerateurs triphas6s

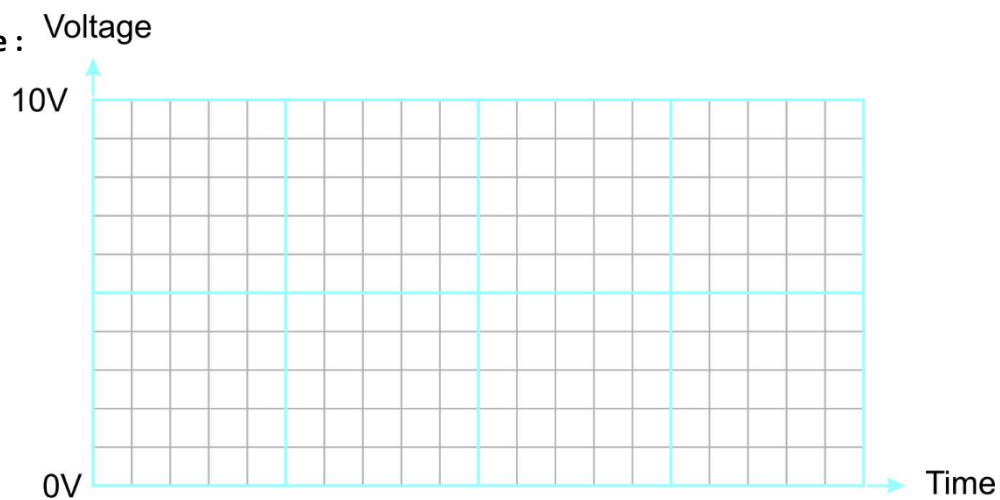
Avec 6 piles



Avec 3 piles :



Redressement 6 onde pleine :



Systèmes de batteries et de haute tension

Fiche d'exercice 13 - Projet de véhicule électrique :

Que remarquez-vous lorsque le courant commence à circuler pour charger les ALS ?

.....

.....

.....

Fiche d'exercice 14 - Défauts du système de charge

Courant minimal :

Toutes les diodes sont en place : Tension aux bornes de l'ampoule DEL : _____

Retirez toute diode : Tension aux bornes de l'ampoule DEL : _____

Courant maximum circulant :

Toutes les diodes sont en place : Tension aux bornes de l'ampoule DEL : _____

Retirez toute diode : Tension aux bornes de l'ampoule DEL : _____

Corrosion

Tension des DEL avec un courant minimal, pas de corrosion : _____

Tension de la DEL avec corrosion en place : _____

Tension des DEL avec courant maximum, pas de corrosion : _____

Tension de la DEL avec corrosion en place : _____

Systèmes de batteries et de haute tension

Fiche d'exercice 14 - Défaits du système de charge

1 - Défaillance de la diode - circuit ouvert (OC) :

A. Production minimale

	<i>Pas de faute</i>	<i>1 diode "OC</i>	<i>2 diodes "OC</i>	<i>3 diodes "OC</i>
Sortie du redresseur				

B. Augmentation de la production

	<i>Pas de faute</i>	<i>1 diode "OC</i>	<i>2 diodes "OC</i>	<i>3 diodes "OC</i>
Sortie du redresseur				

2 - Défaillance de la diode - court-circuit (SC) :

A. Production minimale

	<i>Pas de faute</i>	<i>1 diode "SC</i>	<i>2 diodes "SC</i>	<i>3 diodes "SC</i>
Sortie du redresseur				

B. Augmentation de la production

	<i>Pas de faute</i>	<i>1 diode "SC</i>	<i>2 diodes "SC</i>	<i>3 diodes "SC</i>
Sortie du redresseur				

3 - Effet de la corrosion :

A. Production minimale

	<i>Pas de faute</i>	<i>Corrosion</i>
Sortie du redresseur		

B. Augmentation de la production

	<i>Pas de faute</i>	<i>Corrosion</i>
Sortie du redresseur		

Systèmes de batteries et de haute tension

Fiche d'exercice 15 - Gestion de la batterie

A. Production minimale

Batterie 1 (V)	Batterie 2 (V)	Batterie 3 (V)	Batterie 4 (V)	Batterie 5 (V)	Batterie 6 (V)

Batterie	voûte initiale (V)	courant de charge (A)	tension de résistance (10ohm)	courant de dérivation (A)

Système BMS

	Paire 1	Paire 2	Paire 3
Tension (V)			
Courant (I)			

Guide de l'instructeur

**Veillez à lire la section sur l'entretien
des piles dans la section Référence
pour vous assurer que vos piles
sont bien conservées.**

Guide de l'instructeur

Batterie et haut systèmes de tension

À propos de ce cours

Introduction

Ce module permet aux étudiants de développer une compréhension des systèmes électriques à haute tension dans les véhicules modernes. Le cours est essentiellement pratique. À l'aide de l'équipement Locktronics, les étudiants mettent en place et testent des circuits qui simulent le comportement de ces systèmes électriques à haute tension.

Les mesures sont effectuées à l'aide de multimètres, de pinces de mesure et d'oscilloscopes, en suivant les directives énoncées dans chaque fiche d'exercice. La signification des résultats est examinée.

Le cours comprend des éléments de recherche de pannes dans deux domaines clés, les systèmes de charge et les systèmes HT.

Objectifs

Le cours donne aux étudiants une vue d'ensemble des systèmes électriques modernes à haute tension et conventionnels dans les véhicules à moteur.

En outre, il introduit les techniques utilisées pour dépanner ces domaines.

Connaissances préalables

Il est recommandé aux étudiants d'avoir suivi le cours d'électricité automobile ou d'avoir une connaissance et une expérience équivalentes de la construction et du test de circuits simples, y compris l'utilisation de multimètres et de pinces de mesure pour mesurer la tension et le courant, et d'oscilloscopes pour analyser les signaux à courant alternatif.

Utiliser ce cours :

Le manuel se compose de deux parties principales : les fiches d'exercice et le manuel de l'élève. Nous vous conseillons d'imprimer (et de relier) un exemplaire des fiches d'exercice, qui accompagnera chaque équipement Locktronics. Vous devrez imprimer une copie du manuel de l'élève pour chaque élève.

Les fiches d'exercice sont rédigées de manière à être centrées sur l'élève. L'idée est de donner à chaque paire d'élèves un ensemble d'équipements, le manuel relié et un manuel pour l'élève. Vous les laissez ensuite travailler sur les sujets du manuel, en les aidant si nécessaire. Les élèves notent leurs mesures dans la fiche du manuel de l'élève.

Cette approche encourage l'auto-apprentissage, les étudiants travaillant à un rythme adapté à leurs capacités. C'est à l'instructeur de vérifier que leur compréhension suit le rythme de leur progression dans les fiches d'exercice.

Le manuel de l'élève est un élément de ce suivi. L'instructeur peut évaluer les progrès réalisés en examinant la qualité des entrées. Cela peut constituer la base du retour d'information donné aux étudiants.

Sachant que les équipes d'enseignement multidisciplinaires sont de plus en plus populaires, les "Notes pour le formateur" visent à aider les formateurs dont ce sujet n'est pas le principal domaine d'expérience.

Le temps : Il faut compter entre dix et quinze heures pour compléter le module.

Guide de l'instructeur

Batterie et haut systèmes de tension

Objectifs d'apprentissage

À l'issue de ce cours, l'étudiant sera capable de :

- indiquer que les piles convertissent l'énergie entre la forme chimique et la forme électrique ;
- se rappeler qu'une batterie peut être considérée comme contenant une résistance interne en série avec la batterie ;
- indiquer que la résistance interne d'un accumulateur au plomb augmente au fur et à mesure que l'accumulateur se décharge ;
- expliquer la signification de la capacité énergétique d'une batterie et se rappeler qu'elle est mesurée en unités appelées ampères-heures (A.h) ;
- comparer les cellules SLA et Li-ion en termes de tension de sortie et de résistance interne ;
- la nécessité d'éviter de court-circuiter une batterie Li-ion ;
- décrire la signification de l'expression "état de charge" (SOC) et expliquer son importance ;
- utiliser une courbe de tension de batterie/SOC pour prédire l'état de charge d'une batterie ;
- expliquer pourquoi l'état de charge d'une batterie Li-ion ne peut être prédit à partir de sa tension de sortie ;
- À partir de données sur la tension et le courant, calculer la puissance délivrée par une batterie ;
- compte tenu du type de batterie et de sa capacité énergétique, C, estimer un courant de charge approprié pour la charge "normale" et la charge "rapide" ;
- compte tenu de la capacité énergétique de chaque cellule et de sa tension nominale, calculer l'énergie, en watt.heures, délivrée dans un temps donné ;
- décrire l'effet de la combinaison d'un certain nombre de piles ou de batteries pour former une plus grande batterie ;
- interpréter la signification du terme "batterie 2,3" ;
- décrire les effets de la corrosion sur les dispositifs électriques d'un véhicule ;
- décrire comment utiliser un multimètre pour vérifier la présence de corrosion ;
- expliquer pourquoi il peut être nécessaire de sélectionner des éléments individuels pour une batterie ;
- décrire la fonction d'un convertisseur élévateur de courant continu à courant continu, en donnant des exemples de son utilisation dans les véhicules ;
- décrire la fonction d'un convertisseur abaisseur de tension "DC-to-DC", en donnant des exemples de son utilisation dans les véhicules ;
- se rappeler que la vitesse d'un moteur à courant continu augmente avec la tension appliquée ;
- décrire comment une diode peut être utilisée pour éviter les dommages causés par le "back-em.f." d'un moteur ;
- dessiner un graphique pour illustrer la signification de "modulation de largeur d'impulsion" ;
- expliquer la signification du rapport marque/espace pour un signal PWM ;
- expliquer ce que l'on entend par "cycle d'exercice" et le convertir en rapport marque/espace ;
- expliquer la signification des termes "source" et "puits" de courant dans la sortie d'un transistor ;
- esquisser un graphique tension/temps pour illustrer la signification de l'expression "alimentation triphasée" ;
- citer un avantage d'un moteur triphasé par rapport à un moteur monophasé ;
- dessiner le schéma d'un redresseur triphasé utilisant six diodes ;
- distinguer les effets d'un défaut en circuit ouvert dans une diode et d'un défaut en court-circuit dans un redresseur triphasé.

Annexe 4

Liste de matériaux

Systèmes de batteries et de haute tension

Pour dispenser ce cours, vous aurez besoin des composants suivants dans une trousse Locktronics :

1	HP2666	Alimentation en courant continu réglable
4	HP4039	Couvercle du plateau
3	HP5540	Plateau profond
1	HP5540	Plateau peu profond
3	HP7750	Découpe en mousse du "Daughter Tray"
3	HP8600	Mousse d'écrasement
3	HP9564	Plateau 62mm "Daughter Tray"
1	LAS9556	Mousse découpée SLA
1	LK2121	Condensateur 2200uF 25V.
6	LK2265	Batterie au lithium-ion de 3,7 V
1	LK2346	Ampoule MES 12V incandescente
1	LK2389	Voltmètre, 0V à 30V
2	LK3374	Batterie plomb-acide scellée 6V
2	LK3982	Voltmètre, 0V à 15V
3	LK4025	Résistance de 10 ohms
3	LK5202	Ressort de 1Kohm
1	LK5203	Ressort 10Kohm
2	LK5214	Potentiomètre, 10K ohm (DIN)
6	LK5243	Diode de puissance, 1A, 50V
31	LK5250	Lien de connexion
2	LK5291	Porte-lampe, MES
2	LK5620	Cordon jaune 4mm à 4mm, 1m
3	LK5625	Cordon rouge 4mm à 4mm, 1m
2	LK5640	Cordon bleu 4mm à 4mm, 1m
3	LK5660	Cordon noir 4mm à 4mm, 1m
1	LK5894	Chargeur de batterie Li-ion BMS 3S
1	LK6152	Composant de corrosion
3	LK6209	Interrupteur, marche/arrêt, bande métallique
2	LK6705	Transistor de puissance
1	LK6716	Convertisseur descendant
1	LK6841	Ampoule DEL 12V blanche
1	LK8011	MOSFET de puissance
1	LK8275	Support d'alimentation avec symbole de batterie
2	LK8397	Ampèremètre 0A à 1A
1	LK8886	Locktronics PIC II
3	LK8900	Plinthe 7 x 5 métriques avec piliers de 4 mm
1	LK9593	Convertisseur ascendant

Vous aurez également besoin de la paire HP2001 Brushless DC motor / DC motor.

Mise à jour 29 03 22

Guide de l'instructeur

Systèmes de batteries et de haute tension

Question préliminaire

Santé et sécurité :

Les élèves doivent être conscients des risques potentiels en cas de connexion incorrecte des piles SLA ou Li-ion. (Toutes les batteries sont dotées d'un disjoncteur thermique déclenché par des courants excessifs).

Certains groupes peuvent avoir besoin de conseils initiaux ou d'une révision sur l'utilisation d'un oscilloscope, y compris une explication de la signification des différents réglages et une aide à l'interprétation et à la prise de mesures à partir du tracé de l'oscilloscope. Dans certaines recherches, il sera nécessaire d'utiliser le réglage "x10" sur les sondes pour réduire la sensibilité à la tension. Les étudiants peuvent avoir besoin de conseils sur la manière d'utiliser ce réglage et d'interpréter les résultats.

De même, certains auront besoin d'une vue d'ensemble de l'utilisation des multimètres et des pinces ampèremétriques.

Contrôles généraux

- *Utilise-t-on le bon type de bloc d'alimentation (CA ou CC) ?*
- *Le réglage de la tension est-il correct ?*
- *Les cellules sont-elles connectées avec les polarités correctes dans les configurations à cellules multiples ?*
- *La disposition est-elle correcte (y compris les connexions aux supports de potentiomètre) ?*
- *Tous les composants, y compris le support d'alimentation, sont-ils connectés avec la bonne polarité ?*

Contrôles au multimètre et à la pince ampèremétrique :

- *Le compteur est-il correctement connecté au circuit ?*

Si ce n'est pas le cas, le signe "-" apparaîtra au mauvais endroit.

- *Les fils sont-ils connectés aux prises correctes du multimètre ?*
- *L'appareil de mesure est-il réglé sur la bonne plage ?*

- *Certains relevés de tension sont négatifs.*

Les fils du compteur sont inversés.

- *La pince ampèremétrique n'arrête pas de faire tomber le lien de connexion.*

Il peut être plus facile de retirer le lien de connexion et de le remplacer par un "fil volant" pour effectuer la mesure du courant. Il peut également être avantageux d'utiliser le bouton "Hold" pour conserver la lecture.

Contrôles à l'oscilloscope :

- *L'oscilloscope est-il correctement connecté au circuit ?*
- *Les réglages de l'oscilloscope sont-ils corrects ?*

Si ce n'est pas le cas, la trace correcte ne sera pas créée. (Essayez le mode de déclenchement 'Auto' / couplage 'AC')

Guide de l'instructeur

Systèmes de batteries et de haute tension

<p>1</p> <p>Test des batteries plomb-acide scellées</p>	<p>Problème spécifique :</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Les résistances peuvent chauffer.</i> Ne laissez pas l'appareil allumé. • <i>Mesures inattendues - voir Vérifications du multimètre et de la pince ampèremétrique à la page précédente.</i> <p>Points de discussion :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Distinction entre les piles et les batteries. • Signification de la résistance interne d'une cellule. • Importance de "l'état de charge" (SOC). • Signification et importance de la capacité énergétique, C, d'une batterie. • Amp.heure (A.h) comme unité de capacité énergétique.
<p>2</p> <p>Chargement des batteries plomb-acide scellées</p>	<p>Problème spécifique :</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>En cas de difficulté d'utilisation de la pince ampèremétrique, remplacez le lien de connexion par un fil.</i> • <i>Relevés de compteur inattendus -</i> - voir Vérifications du multimètre et de la pince ampèremétrique et Vérifications générales à la page précédente. - vérifier la polarité de l'ALS et du bloc d'alimentation. <p>Points de discussion :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lien entre la capacité énergétique, le courant de charge et le temps de charge. • Signification du graphique "Tension de sortie / SOC" pour les batteries SLA.
<p>3</p> <p>Test des cellules Li-ion</p>	<p>Problème spécifique :</p> <p><i>Voir ci-dessus les fiches d'exercice 1 et 2.</i></p> <p>Points de discussion :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comparaison des cellules Li-ion et SLA.
<p>4</p> <p>Chargement des cellules Li-ion</p>	<p>Problème spécifique :</p> <p><i>Voir ci-dessus pour la fiche d'exercice 2.</i></p> <p>Points de discussion :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Signification du graphique "Tension de sortie / SOC" pour les cellules Li-ion (cf. batteries SLA).
<p>5</p> <p>Construire des batteries plus grandes</p>	<p>Problème spécifique :</p> <p><i>Voir ci-dessus pour la fiche d'exercice 2.</i></p> <p>Points de discussion :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Calcul de la puissance délivrée par une batterie. • Avantages de la combinaison de cellules en série et en parallèle. • Santé et sécurité lors de la manipulation des batteries Li-ion. • Nomenclature telle que la batterie "2,3". • Calcul de l'intensité horaire, de la capacité de courant et de la capacité de puissance d'une batterie.

Guide de l'instructeur

Systèmes de batteries et de haute

Fiche d'exercice	Notes
<p>6 Défauts de la batterie Li-ion</p>	<p>Problème spécifique : <i>Voir ci-dessus la fiche d'exercice 2.</i></p> <p>Points de discussion :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Corrosion - causes et effets. • Problèmes lors de la charge de cellules en parallèle.
<p>7 Défauts de la batterie SLA</p>	<p>Problème spécifique : <i>Voir ci-dessus pour la fiche d'exercice 2.</i></p> <p>Points de discussion :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comment détecter les problèmes de corrosion.
<p>8 Gestion de la batterie</p>	<p>Problème spécifique : <i>Voir ci-dessus pour la fiche d'exercice 2.</i></p> <p>Points de discussion :</p> <ul style="list-style-type: none"> • La nécessité d'une gestion de la batterie. • Le fonctionnement du circuit en p.21.
<p>9 Convertisseurs de tension</p>	<p>Problème spécifique : <i>Voir ci-dessus pour la Fiche d'exercice 2.</i></p> <p>Points de discussion :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rôles des convertisseurs de tension dans les véhicules modernes. • L'importance de l'efficacité énergétique et la manière de la calculer.
<p>10 Alimentation en courant continu moteurs</p>	<p>Problème spécifique : <i>Voir ci-dessus la fiche d'exercice 2.</i></p> <p>Points de discussion :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Avantage de l'utilisation d'un pilote à transistor. • Les causes et les dangers du fléau du dos et la manière de le supprimer. • P.W.M. et ses avantages par rapport à la commande de tension analogique. • Courant ascendant et descendant. • Utilisation des calculateurs dans les véhicules modernes.
<p>11 Alimentation des moteurs triphasés</p>	<p>Problème spécifique : <i>Les circuits complexes doivent être vérifiés, en particulier le circuit de vitesse.</i></p> <p>Points de discussion :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Signification de l'alimentation triphasée et raisons de son importance. • Signification des résultats "U", "V" et "W".

Guide de l'instructeur

Systemes de batteries et de haute

Fiche d'exercice	Notes
<p>12</p> <p>Générateurs triphasés</p>	<p>Problème spécifique :</p> <p><i>Les élèves peuvent avoir besoin d'aide pour visualiser les différentes phases sur l'oscilloscope. Vérifiez l'orientation des diodes dans le circuit de la page 32.</i></p> <p>Points de discussion :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les relations entre les phases et leur signification. • Redresseur triphasé. • Interprétation des schémas des p.31 et p.33
<p>13</p> <p>Projet de véhicule électrique</p>	<p>Problème spécifique :</p> <p><i>Le circuit compliqué doit être vérifié, en particulier la polarité des composants.</i></p> <p>Points de discussion :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Types de véhicules hybrides/électriques. • Flux d'énergie à travers le véhicule. • Il est nécessaire d'isoler les deux bornes de l'alimentation électrique. • Questions de sécurité liées à la haute tension.
<p>14</p> <p>Défauts du système de charge</p>	<p>Problème spécifique :</p> <p><i>Voir ci-dessus pour la fiche d'exercice 13.</i></p> <p>Points de discussion :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Signification de la défaillance d'une diode et comment la détecter. • Détection de la corrosion.
<p>15</p> <p>Gestion de la batterie</p>	<p>Problème spécifique :</p> <p>Voir ci-dessus pour la fiche d'exercice 2.</p> <p>Points de discussion :</p> <p>La nécessité d'une gestion de la batterie. Le fonctionnement du circuit</p>

Attention : les batteries Li-ion peuvent s'enflammer si elles sont maltraitées. N'utilisez pas d'autre chargeur que celui fourni avec cette trousse et veillez à utiliser la bonne tension.

Ne pas décharger les piles en dessous de 3,2V

Nous avons pris des précautions considérables pour éviter tout incident : les piles sont toutes enfermées dans des boîtiers en acier inoxydable pour protéger les élèves et le matériel. Toutefois, les élèves qui utilisent des piles doivent être surveillés en permanence et les piles ne doivent pas être laissées en charge pendant plus de deux heures.

Référence

Entretien de la batterie

Systèmes de batteries et de haute tension



Batterie Li-Ion

Tension de stockage à long terme : 3,85V

Tension de stockage à court terme : 3,7V - 4,0V

Tension maximale absolue : 4,2V

Tension minimale absolue : 3,0 V

Recommandations

À la fin de chaque session, il est fortement recommandé de vérifier la tension de chaque batterie. Les batteries dont la tension est inférieure ou égale à 3V doivent être rechargées jusqu'à environ 3,8V, ou elles risquent d'être endommagées de manière permanente et devront être remplacées. Les batteries dont la tension est supérieure à 4V doivent être déchargées jusqu'à environ 4V, ou elles risquent de perdre leur capacité et leur courant. La vérification de la tension des piles après chaque session permet également de responsabiliser les élèves en cas de mauvaise utilisation ou d'abus.

La tension de la batterie est très importante lorsqu'elle est stockée pendant une période plus ou moins longue. La tension de stockage doit être d'environ 3,85 V et doit être vérifiée et complétée au moins une fois tous les 6 mois pour éviter que la batterie ne soit endommagée. Les batteries doivent être stockées dans un environnement frais et sec pour une durée de vie maximale.

Batterie au plomb-acide

Tension de stockage à long terme : > 6.4V

Tension de stockage à court terme : > 6.0V

Tension maximale absolue : 6,7 V

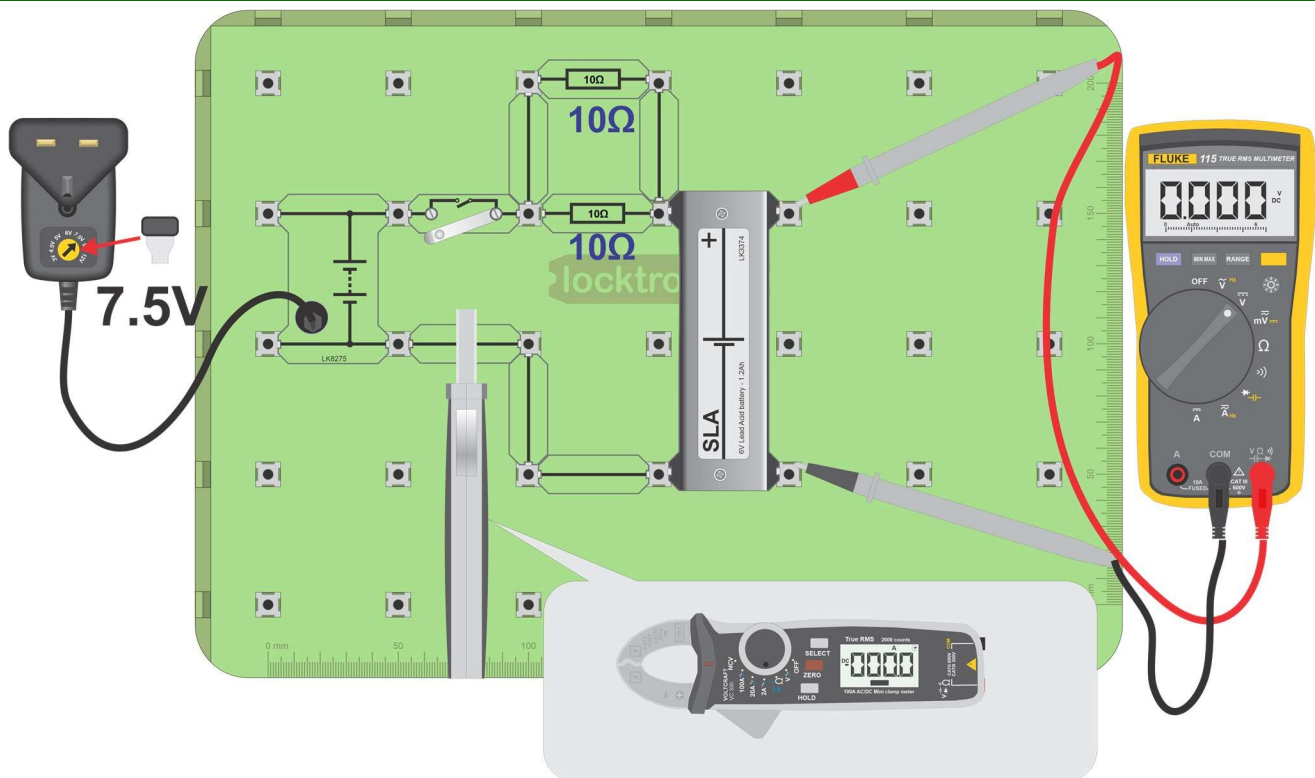
Tension minimale absolue : 5,3 V

À la fin de chaque session, nous recommandons vivement de vérifier la tension de chaque batterie. Les piles dont la tension est inférieure à 6,2 V doivent être rechargées à environ 6,4 V ou plus, faute de quoi elles risquent de perdre leur capacité et leur courant. La vérification de la tension des piles après chaque session permet également de responsabiliser les élèves en cas de mauvaise utilisation ou d'abus.

La tension de la batterie est très importante lorsqu'elle est stockée pendant une période plus ou moins longue. La tension de stockage doit être d'environ 6,4 V et doit être vérifiée et complétée au moins une fois tous les 6 mois pour éviter que la batterie ne soit endommagée. Les batteries doivent être stockées dans un environnement frais et sec pour une durée de vie maximale.

Chargement des batteries SLA

Systèmes de batteries et de haute tension

**Information :**

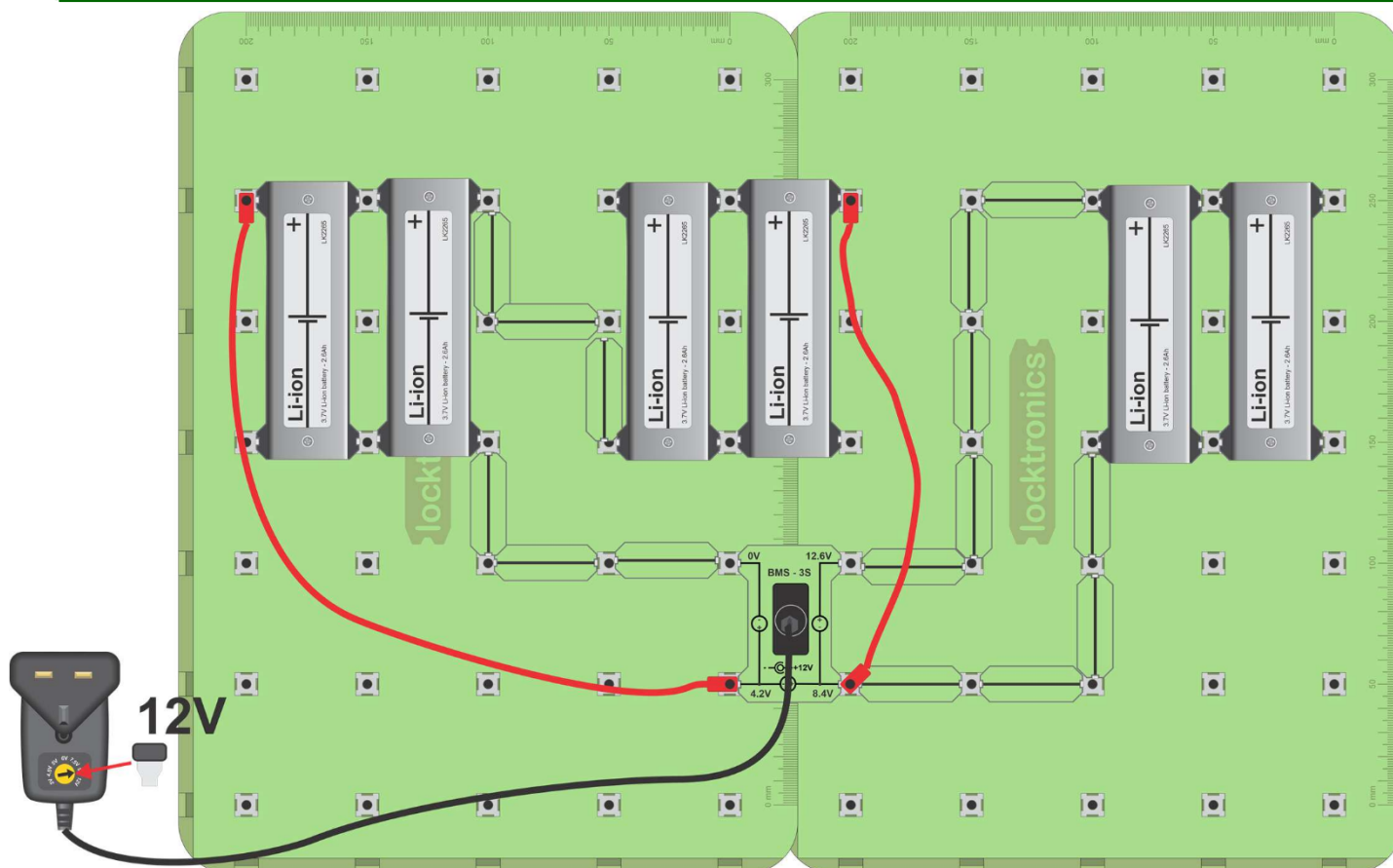
- Le temps de charge et le courant dont votre batterie a besoin dépendent de l'état de charge (**SOC**) de la batterie. Cependant, il est peu probable que vous connaissiez l'**état de charge de la** batterie lorsque vous ouvrez la trousse.
- La batterie que nous utilisons porte le numéro de pièce RS Pro 727-0388. Pour cette batterie plomb-acide scellée (**SLA**), la méthode recommandée consiste à la charger à un courant constant de $(0,1 \times C)$ pendant vingt-quatre heures, où **C** est la capacité énergétique de la batterie.
Pour cette batterie, **C** est de 1,2A.h, ce qui implique un courant constant de 0,12A.
- La trousse ne comprend pas de circuit générateur de courant constant. Le circuit illustré ci-dessus est presque équivalent. Le bloc d'alimentation enfichable délivre une tension de 7,5V. Les résistances baissent entre 1V et 1,5V pour que le courant varie entre 0,15A et 0,3A au fur et à mesure que la batterie se charge.

Méthode :

- Construisez le circuit illustré ci-dessus.
- Mesurez le courant de charge à l'aide de votre pince de mesure, positionnée comme indiqué.
- Chargez la batterie de cette manière pendant deux heures.
En supposant que la batterie ait un **SOC** raisonnablement élevé, cela sera probablement suffisant. Au fur et à mesure que la batterie se charge, la tension de la batterie augmente et le courant de charge diminue. Lorsque le courant de charge tombe en dessous de 0,05 A, remplacez la diode par un lien et poursuivez la charge pendant une heure supplémentaire.

Chargement des batteries Li-ion

Systèmes de batteries et de haute tension

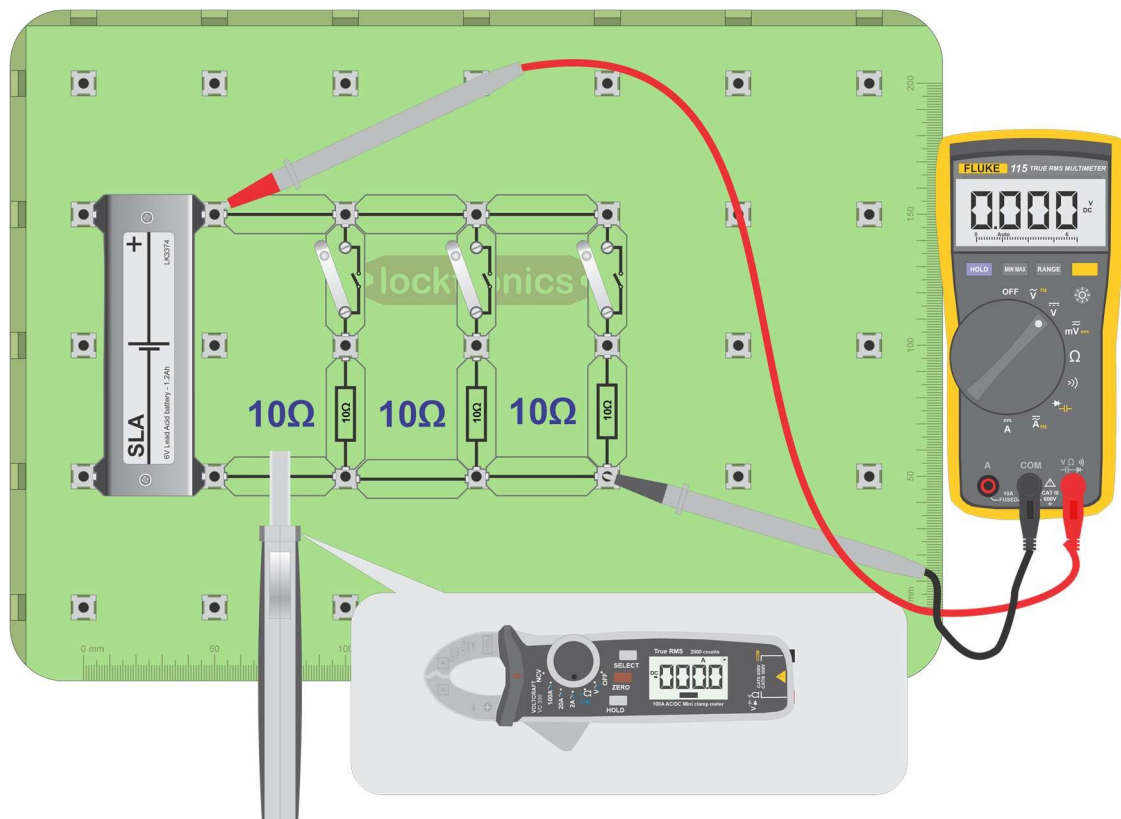


Information :

- Avant chaque leçon, vous devrez vous assurer qu'il y a suffisamment d'énergie dans vos batteries. C'est difficile à mesurer. La plupart du temps, vous n'aurez pas besoin de charger les batteries car elles ne se déchargeront pas complètement en une seule leçon.
- Pour charger les batteries, utilisez le BMS fourni avec la trousse et mettez en place le circuit ci-dessus. Vous pouvez demander aux élèves de le faire pour vous à la fin d'une leçon.
- Le BMS s'arrêtera lorsqu'un jeu de piles atteindra 4,2 V. Cela ne garantira pas que toutes les piles soient chargées au maximum, mais cela suffira amplement pour vos étudiants. Cela ne garantit pas que toutes les batteries soient chargées au maximum, mais c'est plus que suffisant pour vos étudiants.

Décharger les batteries Li-ion

Systèmes de batteries et de haute tension



Ne pas décharger les piles en dessous de 3,2V

À vous de jouer :

- Déchargez légèrement vos cellules Li-ion si vous estimez qu'elles sont surchargées.
- Pour décharger une cellule Li-ion ou une batterie "SLA", vous pouvez utiliser le même circuit que celui utilisé pour les tester, en utilisant jusqu'à trois résistances de 10 ohms en parallèle.

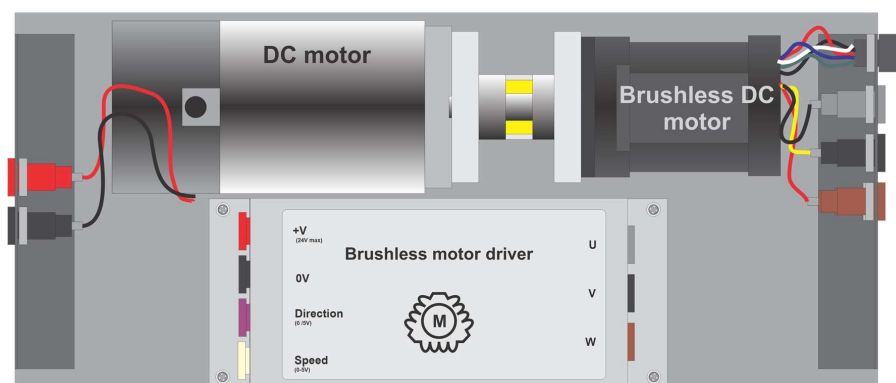
Pour les piles "SLA", cela devrait donner un courant de décharge d'environ 1,5 A.

Pour les piles Li-ion, cela devrait donner un courant d'environ 1 A.

- Décharge de 10 % :
 - pour la batterie "SLA" prendra environ 10 minutes ;
 - pour la batterie Li-ion prendra environ 15 minutes.
- Décharge de 50 % :
 - pour la batterie "SLA" prendra environ 40 minutes ;
 - pour la batterie Li-ion prendra environ 50 minutes.

Moteur DC / paire de moteur DC sans balais

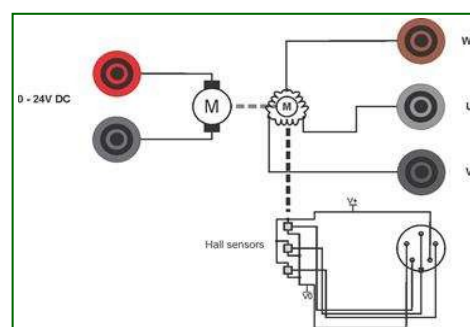
Systèmes de batteries et de haute tension



La paire moteur DC/moteur sans balais HP2001 se compose de deux parties : les moteurs eux-mêmes, couplés ensemble, et un pilote de moteur "DC brushless".

Le couple moteur à courant continu / moteur sans balais peut être piloté de deux manières :

- le moteur à courant continu entraîne le moteur à courant continu sans balais ;
- le moteur à courant continu sans balais entraîne le moteur à courant continu.



La tension d'alimentation du moteur à courant continu peut aller jusqu'à 24V.

Lorsque le moteur à courant continu sans balais n'est pas chargé, les vitesses approches sont les suivantes :

Tension	RPM
2.4	0
4.8	180
7.2	390
9.6	600
12.0	800
14.4	1000
16.8	1210
19.2	1410
21.6	1680
24.0	2010

À vide, le moteur DC sans balais génère 6VRMS entre les deux phases à 2000 tr/min.

Lorsque le moteur DC est entraîné par le moteur DC sans balais à 2000 tr/min, le moteur DC agit comme un générateur et génère 25VDC.

La polarité de la tension générée sur les bornes dépend du sens de rotation. Lorsque le moteur tourne dans le sens des aiguilles d'une montre par rapport à la face du moteur, la borne rouge est positive.

Moteur DC / paire de moteur DC sans balais

Systemes de batteries et de haute tension

Lorsqu'il est utilisé à pleine vitesse (entrée de vitesse 5V) et sans charge, la vitesse de rotation du moteur à courant continu est d'environ 2000 tr/min.

Le tableau suivant montre la relation (approximative) entre la vitesse et la tension générée pour le moteur DC sans balais pour différentes tensions d'entrée de vitesse lorsqu'une alimentation 24V DC est utilisée et à vide :

Vitesse rpm	Sortie V(DC)
1199	14
1795	21.5
2292	27
2565	29
2522	28
2631	30
3099	35

Pilote de moteur DC sans balais

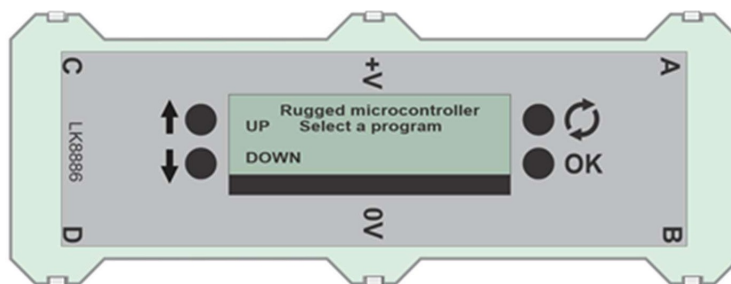
La carte de pilotage du moteur DC sans balais est logée dans un boîtier robuste en acier inoxydable. Elle doit être alimentée par un bloc d'alimentation de 24V. Celle-ci est fournie avec le HP2001.

Le HP2001 dispose de deux entrées supplémentaires : une entrée de direction et une entrée de vitesse.

- L'entrée de direction doit être 0V ou +5V.
- L'entrée de la vitesse doit varier de 0V à 5V.

Mode d'emploi du micro calculateur

Systèmes de batteries et de haute tension



Le micro calculateur LK8886 possède six pattes Locktronics standard qui lui permettent d'être inséré dans la carte de base Locktronics.

Les commandes du micro-ordinateur sont les suivantes

UP : permet de sélectionner un programme et de le contrôler à l'intérieur d'un programme.

DOWN : permet la sélection et le contrôle des programmes à l'intérieur d'un programme.

RESET : réinitialise le Micro ECU en mode de sélection des programmes.

OK : confirme la sélection du programme ;
peut également être utilisé dans un programme.

Pour sélectionner un programme : appuyez sur le bouton **RESET** et utilisez les boutons **UP** et **DOWN** pour naviguer jusqu'au programme souhaité. Sélectionnez le bouton **OK** pour lancer le programme.

Les bornes **A**, **B**, **C**, **D** sont des connexions d'entrée / sortie. Leur fonction est dictée par le programme sélectionné.

Chacun est équipé de résistances de 220Ω entre le microcontrôleur et la broche de sortie, et elle fournira une tension de 20 mA.

Les bornes B et D peuvent être programmées pour délivrer une sortie PWM.

La tension maximale à V+ est de 12VDC.

La liste des programmes à la date de publication est la suivante :

1. Logique NOT
2. Logique AND
- 3.
4. Logique OR
5. PWM lent
6. PWM rapide
7. Alarme température B
8. Alarme inverse
9. Alarme de température A
10. Contrôle du ventilateur de chauffage
- 11.
12. Phares automatiques
13. Alarme feux de freinage
14. Entraînement du moteur à courant continu DC
- 15.
16. Boucle de rétroaction de l'alternateur
17. Créateur d'étincelles

Gestion de versions

Systèmes de batteries et de haute tension

- 27 08 20 Sortie du premier prototype
- 10 02 21 Première version publiée
- 16 02 21 2 x diagrammes cct légèrement modifiés
- 24 11 21 inclusion d'une diode Schottky dans le circuit de charge des Li-ion, suppression de la charge en série des Li-ion
- 08 12 21 section incluse sur l'entretien des piles
- 24 01 22 Correction des erreurs de mise en page dans ws12, ws13
- 08 02 22 Ajout de 10k au circuit FET, nouvelle feuille de calcul sur l'isolation
- 24 02 22 BMS ajouté à la trousse et modifications mineures de la nomenclature.
- 06 04 22 Modification du BMS pour qu'il soit à la fin du programme
- 23 11 22 Réintégration de la diode de suppression dans les fiches d'exercice PWM
- 05 12 22 Correction de l'erreur d'impression à la page 15