FIRST FORWARD℠ PRESENTED BY Qualcomm

FRET EN FOLIE®

PRÉSENTÉ PAR Raytheon Technologies

Défi Techno *FIRST*® 2021-2022

Guide sur le câblage du robot

DÉFI TECHNO FIRST®

FIRSTINSPIRES.ORG/ROBOTICS/FTC

Remerciements aux commanditaires

Merci à nos généreux commanditaires pour leur fidèle soutien au Défi Techno *FIRST* !

PRÉSENTATEUR DE LA SAISON
DÉFI TECHNO *FIRST*®

Raytheon Technologies

COMMANDITAIRE DU PROGRAMME
DÉFI TECHNO *FIRST*®

Qualcomm

COMMANDITAIRE-CLÉ
DÉFI TECHNO *FIRST*®

ptc

Historique des révisions		
Révision	**Date**	**Description**
1	6/29/2021	Diffusion initiale

Note :

Cette traduction française est fournie à titre indicatif aux *équipes*. Notez que la précision de la traduction n'a pas été vérifiée par *FIRST*. La version officielle et actuelle en anglais est disponible ici et la dernière version publiée fera autorité à tout événement cette saison.

Traduction :

Table des matières

Introduction 5
Le Défi Techno FIRST®, c'est quoi? 5
Professionnalisme coopératif® 5
Introduction au câblage d'un robot 6
Meilleures pratiques 7
Outils appropriés 7
Réduction du stress mécanique 8
Sécurisation des fils et des connecteurs 9
Gestion des fils 13
Filage sur des pièces mobiles 15
Sécurité de la batterie 16
Sécurité de la batterie 17
Interrupteur d'alimentation 12V 17
Distribution de l'alimentation 12V 18
Écrans latéraux de protection 18
Considérations relatives au Wi-Fi 19
Atténuation des décharges électrostatiques 20
Mise à la terre 21
Self ou bobine de ferrite 22
Placement des fils 22
Éviter le métal exposé à l'extérieur 23
Considérations relatives aux roues 23
Poste de pilotage 23
Adaptation des systèmes d'alimentation 24
Types de fils et de connecteurs 24
Faire un adaptateur 25
Installation des PowerPoles Anderson 25
Adapter les niveaux logiques 27
Transits de niveau 27
Problèmes courants et dépannage 28
Problèmes de connexion 28
Problèmes de communication avec le hub et le téléphone 29
Ressources additionnelles 29
Annexe A – Ressources 30

Introduction

Le Défi Techno FIRST®, c'est quoi?

Le Défi Techno *FIRST*® est un programme centré sur l'étudiant qui vise à offrir aux étudiants une expérience unique et stimulante. Chaque année, les équipes se lancent dans un nouveau jeu où elles conçoivent, construisent, testent et programment des robots autonomes et pilotés qui doivent effectuer une série de tâches. Pour en savoir plus sur le Défi Techno *FIRST*® et les autres programmes *FIRST*®, visitez le site www.*FIRST*inspires.org.

Professionnalisme coopératif®

FIRST® utilise ce terme pour décrire l'intention derrière nos programmes.

Le Professionnalisme coopératif® est une façon de faire les choses qui encourage le travail de haute qualité, met l'accent sur la valeur des autres et respecte les individus et la communauté.

Le Dr Woodie Flowers explique le professionnalisme coopératif dans cette vidéo (voa).

Introduction au câblage d'un robot

Le câblage d'un robot a deux objectifs principaux. Le premier objectif est de fournir de l'énergie électrique aux appareils du robot. Le deuxième objectif est de fournir un réseau de communication pour les nombreux appareils qui composent le système de contrôle du robot.

Voici une liste d'éléments qui amélioreront la sécurité et l'organisation du système de câblage. Les éléments surlignés en orange sont obligatoires, mais les éléments surlignés en bleu sont suggérés.

Item	Source	No de pièce	Prix USD	Quantité
Fil de mise à la terre	Resistive Grounding Strap/ Sangle de mise à la terre résistive	REV-31-1269	4,00 $	1
Inductances de ferrite	Ferrite Cable Clips/ Clips de câble de ferrite	REV-39-1224	2,00 $	4
Gaine de fil en spirale	Spiral Sleeving/ Gaine en spirale	7378K43	6,00 $	10 pieds
Hub de distribution d'alimentation XT30	XT30 Power Distribution Block/ Bloc de distribution d'alimentation XT30	REV-31-1293	10,00 $	1
Assortiments de passe-fils en caoutchouc	Grommet Assortments/Passe-fils	9600K25	7,00 $	100
Attaches Velcro	Hook and Loop Fasteners/Attaches Velcro à boucles et à crochets	94985K41	2,00 $	Pied linéaire
Double verrouillage 3M	Snap-Together Fastners/Attaches	94935K17	3,65 $	Pied linéaire
TOTAL			62.65 $	

Les équipes doivent suivre les meilleures pratiques lors du câblage de leurs robots. Cela aidera à garantir que le positionnement, les connexions et la sécurité de leurs fils amélioreront les performances du robot, élimineront les problèmes électriques intermittents et permettront un dépannage et une résolution faciles des problèmes électriques et/ou liés aux signaux.

Ce guide montre les bases du câblage approprié d'un robot, comment améliorer la fiabilité du câblage et comment gérer les problèmes matériels associés au câblage.

Comme toujours, le forum (voa) de questions-réponses FTC et les règles du manuel de jeu ont préséance sur les recommandations faites ici. Veuillez vous référer à ces sources avant de vous lancer dans la tâche de câblage électrique.

NOTE : ce guide utilise principalement le concentrateur (hub) d'extension de REV Robotics dans ses exemples, mais les directives s'appliquent également au concentrateur de commande de REV Robotics. Ces concentrateurs fournissent des ports d'entrée/sortie électroniques (ou « E/S ») qui sont utilisés pour « communiquer » avec les moteurs, les servos et les capteurs d'un robot. La disposition des ports d'E/S est la même pour le concentrateur d'extension et le concentrateur de commande.

NOTE : L'une des différences importantes entre le concentrateur d'extension et le concentrateur de commande est le périphérique Android externe utilisé avec le concentrateur d'extension et le périphérique Android interne utilisé du concentrateur de commande pour accomplir la même tâche de communication sans fil avec le poste de pilotage.

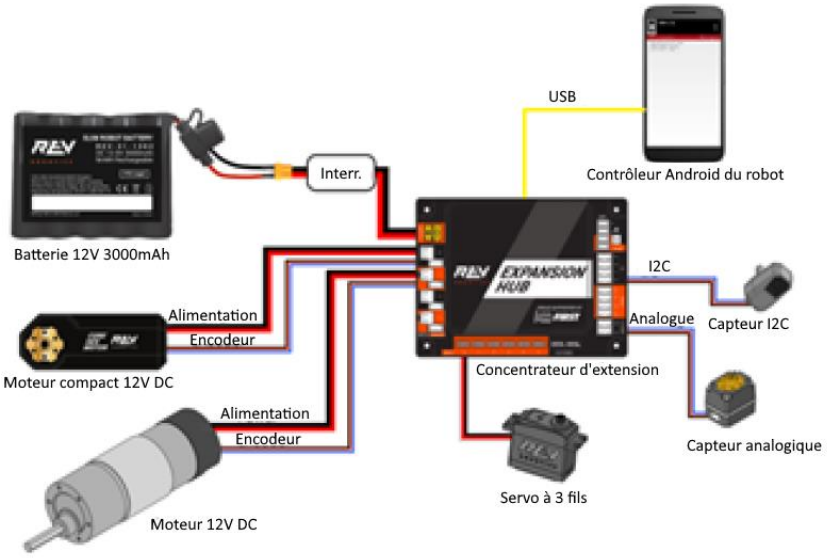

Figure 1 : Configuration du concentrateur d'extension

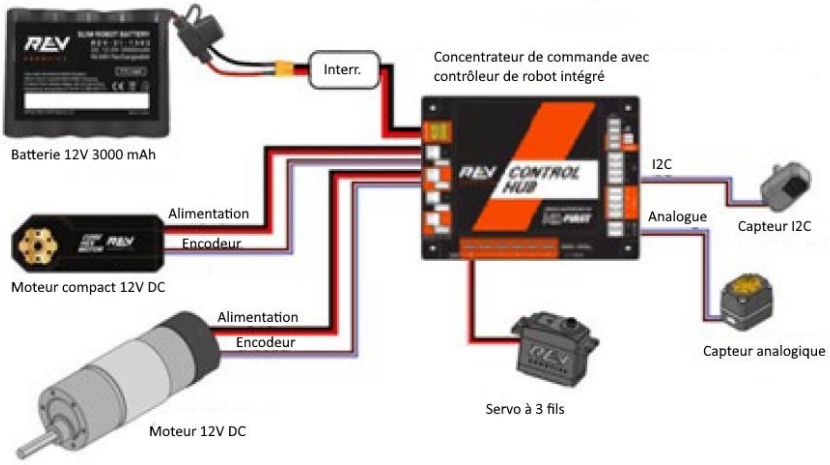

Figure 2: Configuration du concentrateur de commande

Meilleures pratiques

Outils appropriés

L'utilisation des bons outils facilitera les tâches de câblage et le résultat en sera plus fiable.

Si vous ne fabriquez pas vos propres câbles et connecteurs personnalisés, le seul outil dont vous pourriez avoir besoin est une petite paire de pinces coupantes ou de pinces coupantes diagonales. Elles sont utiles pour couper les attaches zip. Les attaches à glissière mal coupées présentent une pointe acérée et peuvent constituer un danger.

Pour changer ou refaire des connexions serties, vous aurez besoin d'une paire de pinces à dénuder et éventuellement d'un outil de sertissage dédié. Les pinces à dénuder vous permettent de dénuder l'isolant de différents calibres de fil tout en veillant à ce qu'aucun des brins de cuivre ne soit coupé. Les outils de

sertissage génériques conviennent aux cosses à fourche courantes, mais pour les connecteurs personnalisés (comme les Anderson Power Poles), une sertisseuse dédiée peut être nécessaire.

Lors du raccourcissement ou de l'extension des fils, ou lors de la fabrication d'un bus de distribution d'alimentation, un fer à souder et un pistolet thermique sont des outils utiles. Pour les travaux électroniques, un fer à température contrôlée est recommandé, et un petit pistolet thermique peut être utilisé pour les gaines thermo rétractables de diamètres usuels.

Lorsque vous faites passer plusieurs fils (comme plusieurs fils d'asservissement), étiqueter les fils à l'endroit où ils se branchent peut vous faire gagner du temps. Ces étiquettes peuvent simplement être des morceaux de ruban adhésif pliés sur le fil et identifié avec un feutre.

Figure 3 : Petites pinces pour couper les attaches zip

Figure 5 : Pinces coupantes pour fil

Figure 6 : Pinces à sertir

Figure 7 : Pinces à sertir Anderson Power Pole

Figure 8 : Pince à bec effilé

Figure 9 : Pistolet thermique pour gaine isolante rétractable

Figure 10 : Fer à souder/contrôleur de température

Réduction du stress mécanique

La réduction du stress mécanique est la technique utilisée pour réduire la quantité de contrainte physique au niveau d'une connexion filaire. Dans notre cas, cette connexion est généralement un connecteur en deux parties. Un stress mécanique approprié empêchera le connecteur de se débrancher ou les fils de se détacher

du connecteur lui-même. En général, le stress sur chaque connexion doit être correctement réduit au minimum.

Immobilisez le fil à un pouce ou deux du connecteur et laissez un peu de jeu du côté du connecteur. Cela empêche une tension involontaire sur le fil d'endommager le connecteur tout en permettant au connecteur d'être débranché, au besoin, pour des tests ou le remplacement du module. Cela peut facilement être fait avec quelques attaches zip. Il peut être acceptable de monter le connecteur de manière plus rigide, mais seulement si toutes les pièces impliquées sont également montées solidement sur un panneau rigide.

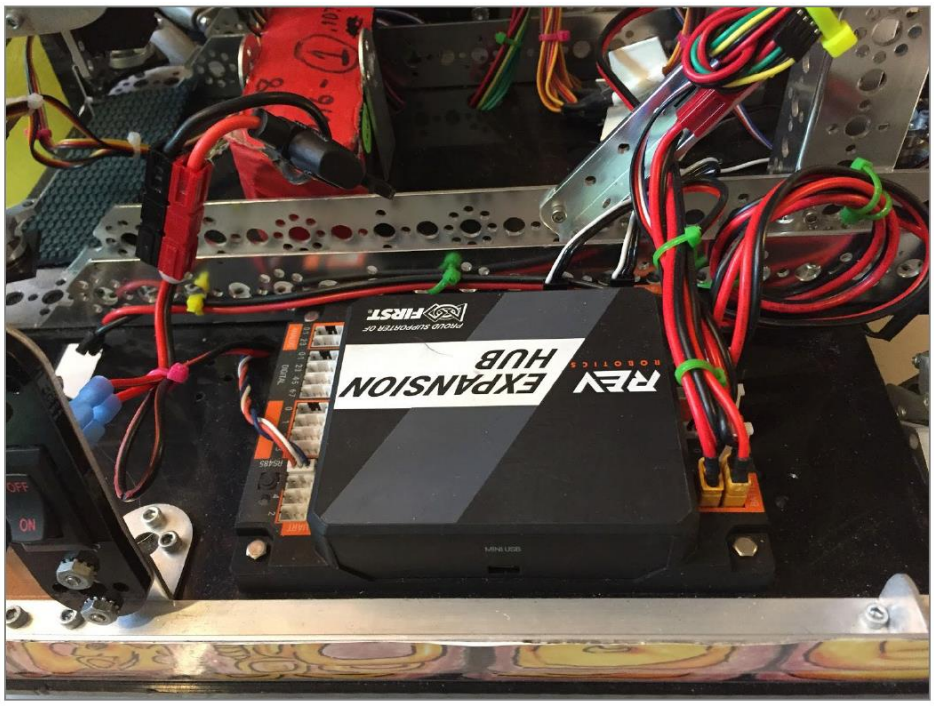

Figure 11 : Décharge de traction et contraintes de fil

A. Déployez avec des attaches zip.
B. Les fils sont également regroupés en fonction de leur destination, tels que les moteurs, puis soigneusement enroulés.
C. La batterie 12V est maintenue en place par un support métallique TETRIX et du Velcro (sous la batterie), et le connecteur d'alimentation principal est également contraint à la structure en C. L'interrupteur est monté dans un endroit facilement accessible, qui sera protégé derrière un écran latéral avec une ouverture pour les doigts.
D. Le concentrateur d'extension REV est monté sur une base en plastique, qui s'étend de ⅛" au-delà du châssis métallique pour minimiser les décharges électrostatiques.

NOTE : chaque connexion est un point de défaillance possible. Ceci s'applique à tous les appareils électroniques.

Sécurisation des fils et des connecteurs

En général, tous les fils doivent être correctement fixés.

Fixer correctement le câblage…

- Minimise les erreurs de connexion avec le téléphone Android.
- Empêche les fils de se déplacer dans les zones de mouvement (par exemple, entre deux engrenages ou dans un mécanisme mobile).

- Empêche l'enchevêtrement avec des éléments de terrain ou d'autres robots.
- Fournit un accès plus facile pour la maintenance.
- Empêche le stress mécanique sur les composants de câblage.

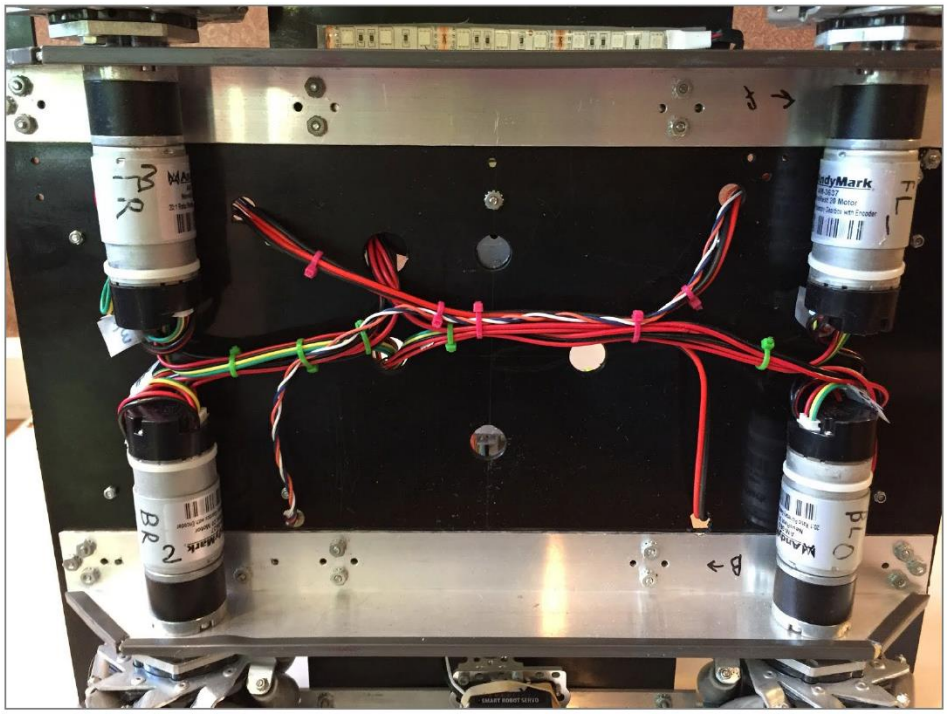

Figure 12 : Fixation des fils

A. Les fils d'alimentation et d'encodeur de cette transmission sont soulagés au niveau des moteurs eux-mêmes
B. Fixés les uns aux autres et à la base en plastique de la plateforme.
C. Les poutres métalliques de la plateforme pilotable sont isolées avec des bandes en plastique pour éviter les décharges électrostatiques.

Les fils doivent être attachés (fixés) à intervalles réguliers pour les empêcher de bouger ou de se détacher pendant un match. Il est préférable de faire passer les fils le long des parties fixes d'un robot. Les attaches zip offrent un moyen solide de fixer les fils, mais du ruban électrique ou des sangles Velcro® peuvent également être utilisés.

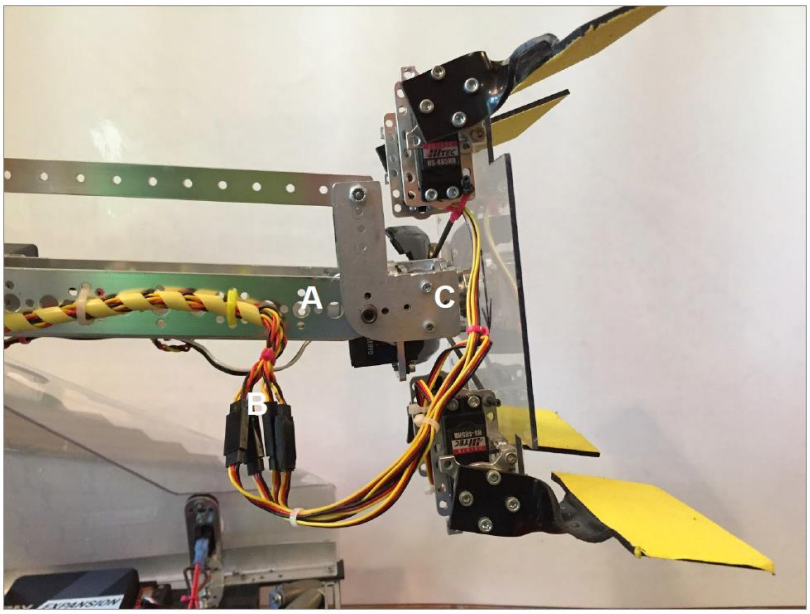

Figure 13 : Alignement des connexions

A. Un groupe de câbles d'extension servo longe un bras long.
B. Chaque paire de connecteurs de servos est fermement maintenue ensemble, soit avec une enveloppe en plastique, soit avec du ruban isolant.
C. Chaque côté du faisceau de connecteurs est également stabilisé avec une attache zip, et une boucle de service a été créée pour permettre au mécanisme terminal (la pince) de tourner sans tirer sur les fils.

Dans certains cas, les connecteurs aux extrémités des fils doivent également être fixés en place. Cela est vrai pour les connexions USB et certains connecteurs d'alimentation 12V. Ces connecteurs sont sensibles aux vibrations ou aux chocs, ce qui peut entraîner une perte de contrôle temporaire ou permanente.

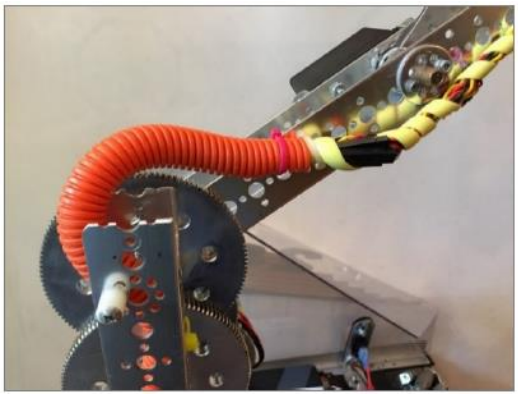

Figure 14 : Fils près des pièces mobiles

Sur ce robot, de nombreux câbles d'asservissement devaient passer par une articulation de bras tournant avec plusieurs engrenages.

Pour éviter que les fils lâches ne soient pincés, les fils ont été regroupés puis enveloppés dans une gaine fendue (orange). La gaine était ancrée à la base et au bras.

Une boucle supplémentaire a été créée pour permettre une rotation complète du bras sans mettre de tension sur les fils.

Les connecteurs peuvent être sécurisés à l'aide d'attache zip ou de Velcro®. Les équipes peuvent utiliser des supports de connecteur imprimés en 3D. REV Robotics offre des attaches de connecteur USB pour son REV Expansion Hub.

Figure 15 : Montage du connecteur USB

Figure 16 : Support de connecteur imprimé en 3D

Si des connecteurs interconnectés sont utilisés pour allonger les câbles de capteur/servo ou pour allonger les câbles d'alimentation 12 V CC, les connecteurs doivent être solidement fixés les uns aux autres. Le ruban isolant est souvent le moyen le plus simple et le plus efficace de le faire.

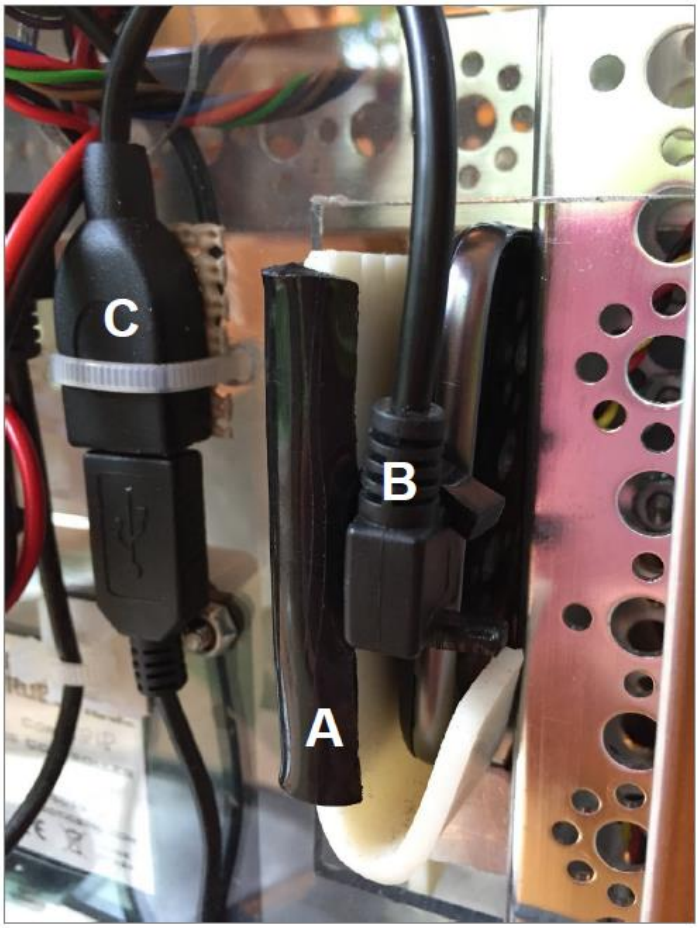

Figure 17 : Stabilisation des câbles USB

A. La prise USB est immobilisée par l'ajout d'une pince personnalisée.
B. L'utilisation d'un connecteur USB à angle droit permet de maintenir le câblage à proximité de la structure du robot.
C. Le connecteur USB-A femelle est attaché par une attache zip pour éviter les vibrations et empêcher le câble de tomber librement lorsque le téléphone est retiré.

NOTE : La localisation du téléphone à côté d'une structure métallique n'est peut-être pas optimale, car cela peut réduire la puissance du signal sans fil, mais il s'agissait d'un compromis pour obtenir l'emplacement souhaité de la caméra.

Si les fils doivent être raccourcis ou rallongés, la soudure fournit une méthode d'épissage robuste mais compacte. Dans ce cas, tous les joints soudés doivent être protégés par une gaine thermo rétractable. Les tubes légèrement surdimensionnés doivent être coupés et placés sur un fil avant de souder les deux fils ensemble. Ensuite, un pistolet thermique peut être utilisé pour rétrécir le tube et le maintenir en place.

Différentes tailles et couleurs de gaines thermo rétractables peuvent être achetées auprès de la plupart des fournisseurs d'électronique, tels que Digi-Key ou Mouser.

Gestion des fils

L'étape la plus importante pour un câblage soigné est peut-être la gestion appropriée des câbles. La gestion des fils implique de regrouper et d'acheminer les fils le long d'un chemin défini vers les différents équipements électriques.

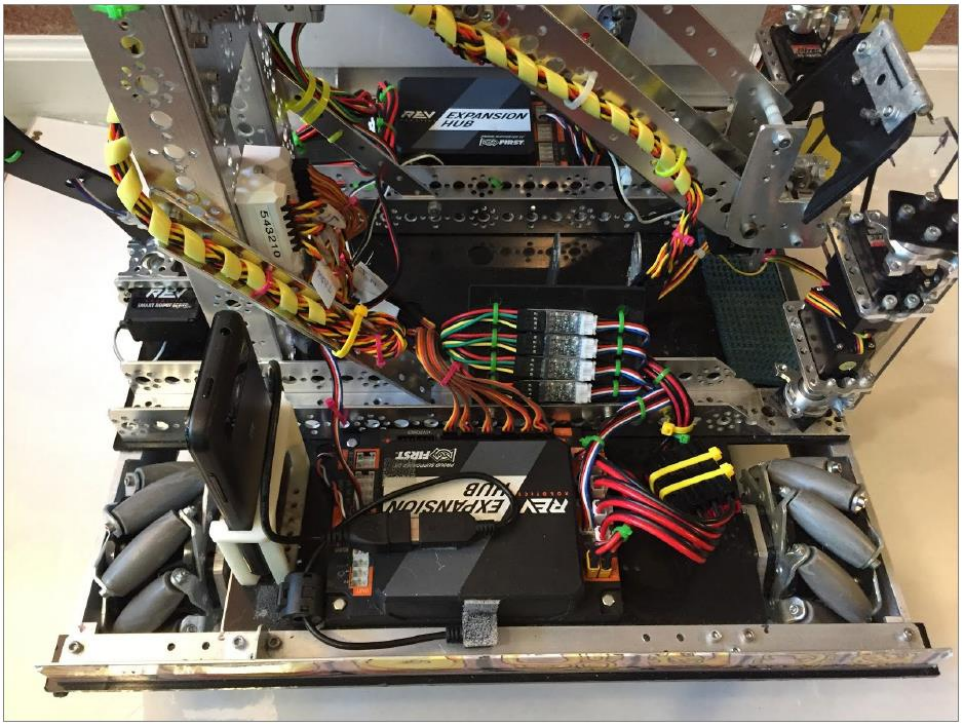

Figure 18 : Plusieurs types de gestion des câbles

A. Ce robot utilise plusieurs actionneurs, nécessitant des convertisseurs de niveau, des boosters et des rallonges de fil. L'encombrement est éliminé en organisant une circulation logique à travers le robot, puis en regroupant et attachant les grappes de fils dans la mesure du possible.
B. Quatre convertisseurs de niveau d'encodeur sont montés sur une plaque en plastique qui est boulonnée au châssis principal. Les fils vers et depuis ces convertisseurs sont déstressés de chaque côté.
C. Les fils de moteur passent à travers les connecteurs Anderson PowerPole et sont groupés et attachés.
D. Les câbles Servo PWM (et leurs extensions) sont regroupés dans un faisceau plat et acheminés vers le module servo blanc. Les fils du module Booster sont regroupés et enveloppés dans une gaine en spirale (jaune) qui s'étend jusqu'au support de bras et jusqu'à la pince rotative. Une boucle de service est créée et attachée au bras d'un côté et à la pince de l'autre côté.

Gardez les conseils suivants à l'esprit pour garantir un câblage soigné et robuste :

- Immobilisez le câblage.
- Protégez le câblage.
- Dans la mesure du possible, assurez-vous que tous les câbles sont de la bonne longueur.
- Regroupez les câbles rejoignant une destination commune.
- Utilisez des connecteurs USB à angle droit s'ils gardent le câblage plus compact.
- Utilisez du matériel de gestion des câbles.
    - Les supports de serre-câbles auto-adhésifs aident à fixer les fils sur des surfaces sans trous.
    - Les passe-fils protègent le fil contre les dommages causés par les bords tranchants.
    - Les gaines de fils permettent aux équipes de protéger rapidement les câblages à risque.

Figure 19 : Équipement de gestion des câbles

Filage sur des pièces mobiles

La plupart des robots ont un ou plusieurs composants qui se déplacent par rapport à la plateforme pilotable. Ce peut être un bras pivotant, une pince extensible ou une tour de tir. Lorsque ces composants sont équipés de moteurs et de capteurs, il est très important de s'assurer que les fils de connexion puissent s'adapter au mouvement. Plusieurs précautions peuvent être prises pour s'assurer que les fils ne sont pas pincés, tordus ou emmêlés.

Maîtriser les fils constitue la première ligne de défense. Un fil non contraint est susceptible d'être attrapé et tiré lorsqu'un mécanisme passe près d'un autre. Cependant, les pièces mobiles ont souvent besoin de longueur de fil "supplémentaire" lorsqu'elles sont en extension ou tournées, il est donc important de planifier ce filage supplémentaire lorsque la pièce est rétractée. Le filage supplémentaire doit être rassemblé en une « boucle de service », qui maintient les fils regroupés et fournit un mouvement prévisible. Ces fils groupés peuvent être davantage protégés par une gaine extensible, en spirale ou fendue. Cette gaine sert de protecteur externe flexible pour le faisceau de fils lorsqu'il se déplace à proximité de points de pincement/enchevêtrement potentiels.

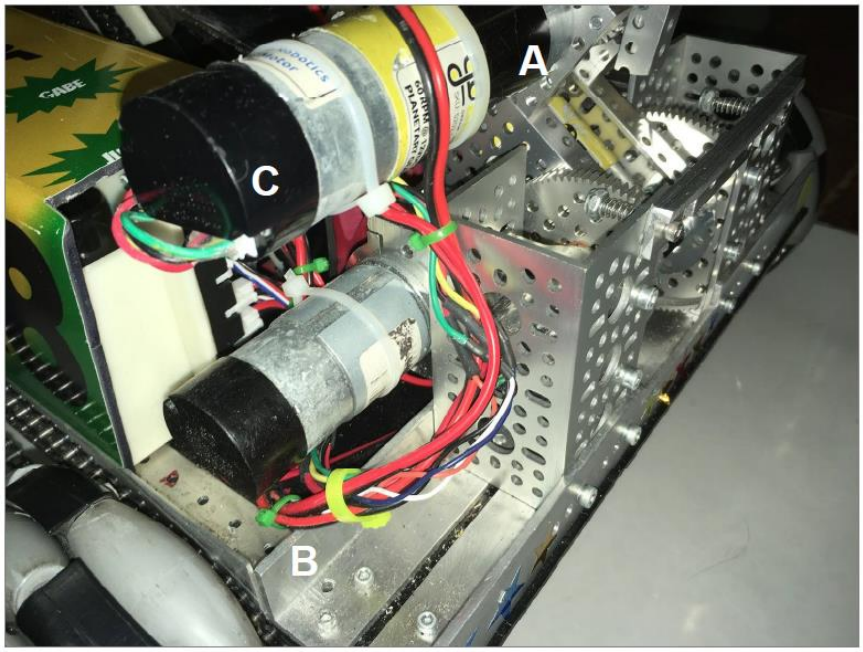

Figure 20 : Fils près des pièces mobiles

A. Le moteur supérieur est monté sur un bras mobile, qui tourne par rapport au châssis du robot.
B. Notez que les fils d'alimentation du moteur et de l'encodeur ont été regroupés (attaches zip jaunes et vertes) dans une boucle de service.

C. Ancrage aux moteurs (attaches zip blanches). Cela permet de garder le contrôle sur les fils lorsque le bras tourne et garantit qu'aucun n'est pincé.

Sécurité de la batterie

L'emplacement, les connecteurs et les méthodes pour fixer correctement la batterie assureront la sécurité et amélioreront la durée de vie de la batterie.

La batterie est souvent l'une des pièces les plus lourdes du robot et son emplacement peut avoir un effet dramatique sur la maniabilité et la stabilité. Une bonne règle de base est de placer la batterie aussi basse que possible dans le robot pour plus de stabilité. Les systèmes d'entraînement omnidirectionnels nécessitent une pression constante sur toutes les roues, alors positionnez la batterie pour aider à une répartition uniforme du poids.

Étant donné que les batteries doivent être retirées pour être chargées, une réflexion supplémentaire doit porter à la manière dont elles sont montées dans le robot. Une batterie instable peut se coincer dans les pièces mobiles et être endommagée ou peut tirer sur un connecteur de la batterie et entraîner une perte de puissance du robot. Puisqu'elles sont lourdes, les batteries ont tendance à vouloir se déloger lorsque le robot manœuvre, il est donc important de s'assurer qu'elles sont fermement fixées en place. Ceci peut être réalisé en créant un « réceptacle » mécanique qui maintient fermement la batterie en place. Elles peuvent également être retenues avec du Velcro attaché à la batterie et au robot, ou en utilisant une sangle Velcro pour maintenir la batterie contre le cadre.

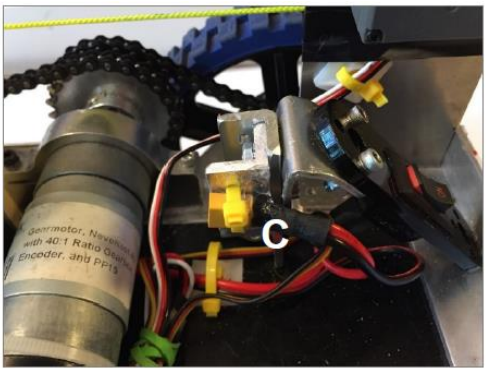

Figure 21 : Sécurité de la batterie

A. La batterie plate de REV Robotics est montée verticalement à côté d'un concentrateur d'extension.
B. Un réceptacle imprimé en 3D a été créé pour contraindre la batterie de manière lâche, et une bande Velcro a été ajoutée pour empêcher la batterie de se déplacer lors des mouvements du robot. NOTE : dans le cas d'un concentrateur de commande, cette méthode de montage peut bloquer les ondes radio avec l'adaptateur sans fil du concentrateur.
C. Pour des raisons de sécurité, le connecteur de la batterie (fiche jaune XT30) est branché sur un connecteur homologue sur le robot, qui est attaché par une attache zip (jaune).

Certaines équipes utilisent des attaches zip pour sécuriser leur batterie, mais à moins que l'équipe n'ait qu'une seule batterie, ces attaches devront être coupées et remplacées chaque fois que la batterie est retirée pour être chargée. Envisagez d'utiliser une méthode qui peut être « défaite facilement » plutôt que remplacée à chaque fois. Si des attaches à glissière zip sont utilisées, assurez-vous qu'elles ne sont pas trop serrées pour éviter d'endommager les connexions internes de la batterie.

Des précautions doivent également être prises pour s'assurer que les fixations de montage de la batterie ne perforent pas ou ne cassent pas l'isolation de la batterie ou des câbles de la batterie. Assurez-vous qu'il n'y a pas de bords tranchants qui pourraient perforer la batterie.

Sécurité de la batterie

Les batteries sont utilisées pour stocker de l'énergie, il est donc important de stocker et de gérer cette énergie en toute sécurité. Les directives suivantes doivent être suivies à tout moment :

- Pour des raisons de sécurité, les batteries ne doivent pas être laissées sans surveillance pendant la charge. Le processus de charge peut provoquer une surchauffe de batteries défectueuses et créer un risque d'incendie.
- Assurez-vous de protéger les bornes de la batterie lors du stockage des batteries. Ne stockez pas et ne transportez pas les batteries avec d'autres objets métalliques en vrac qui pourraient provoquer par inadvertance un court-circuit entre les bornes de la batterie.
- En aucun cas, il ne doit y avoir d'extrémités exposées des fils de la batterie. Les fils nus qui se touchent provoqueront un court-circuit et endommageront la batterie et pourront créer un risque d'incendie.

Interrupteur d'alimentation 12V

Un seul interrupteur d'alimentation 12V est requis sur tous les robots du Défi Techno *FIRST*. Étant donné que le personnel sur le terrain peut avoir besoin d'un accès rapide à cet interrupteur, il doit être solidement monté dans un endroit facilement accessible. Cela signifie généralement, près de l'extérieur du robot et tourné vers l'extérieur. Cependant, l'interrupteur doit être protégé afin qu'il ne puisse pas être désactivé accidentellement par contact avec un élément de terrain ou un autre robot. Voici quelques façons d'y parvenir :

- Ne montez pas l’interrupteur à l'extérieur ou au ras du périmètre du châssis du robot.
- Orientez l’interrupteur vers le haut pour éviter tout contact par le mouvement de base du robot.
- Placez l'interrupteur derrière une plaque ou un écran latéral avec une petite ouverture pour sa manipulation.
- Assurez-vous que des pièces de jeu ne peuvent pas tomber sur l'interrupteur.

Figure 22 : Emplacement de l'interrupteur, du panneau latéral et de l'isolation du châssis

A. Ici, l'interrupteur d'alimentation a été monté à l'intérieur du châssis du robot à l'aide de composant TETRIX. Il est orienté vers l'extérieur pour une utilisation facile. L'interrupteur a été monté derrière un écran latéral transparent (PETG), avec un trou découpé pour un accès facile. Ceci protège l'interrupteur d'un contact accidentel, tout en offrant aux conseillers techniques *FIRST* une grande visibilité et un excellent accès. Remarquez l'étiquette d'identification requise pour l'interrupteur.
B. Les protections latérales sont également utilisées pour protéger l'électronique interne contre l'enchevêtrement et les éventuelles décharges électrostatiques. Notez également que des protections de bord en caoutchouc noir protègent les plaques de châssis circulaires des contacts électriques externes.

Distribution de l'alimentation 12V

Pour permettre la pleine fonctionnalité de l'électronique du robot, il est important d'avoir une alimentation 12 V stable et une capacité de courant suffisante pour tout le câblage 12 V. Les composants d'alimentation 12 V approuvés pour le Défi Techno *FIRST* sont conçus avec des connecteurs et des calibres de fil appropriés pour prendre en charge un robot typique. Un simple système d'alimentation REV fournirait 12 V à partir de la batterie, via un interrupteur d'alimentation dans un concentrateur d'extension REV. L'alimentation serait relayée en série du concentrateur principal à un concentrateur secondaire optionnellement.

Cependant, pour les robots qui ont des charges de courant élevées (demandées par de nombreux moteurs) ou qui ont un plus grand nombre de composants 12 V (comme des modules d'alimentation servo ou des contrôleurs de mini moteur SPARK), il peut être souhaitable d'utiliser un bus de distribution d'alimentation 12V. Un bus d'alimentation prend une seule alimentation d'entrée et la divise en plusieurs sorties 12 V, chacune pouvant alimenter un appareil dédié au lieu de connecter en série l'alimentation d'un composant à l'autre.

Un bus d'alimentation peut être créé en construisant un bloc de câblage personnalisé ou en achetant un bloc de distribution d'alimentation commercial, comme le bloc de distribution d'alimentation REV XT30 ou le bloc de distribution d'alimentation Anderson Powerpole de Powerwerx (illustré ci-dessous).

Figure 23 : Blocs de distribution d'alimentation

Écrans latéraux de protection

La plupart des jeux du Défi Techno *FIRST* impliquent des contacts Robot-Robot et Robot-Éléments du jeu. Ce contact peut être intentionnel ou accidentel, et il peut parfois s'étendre au fonctionnement interne de votre robot. Pour éviter les dommages ou les interférences (comme les décharges électrostatiques), il est souhaitable d'empêcher les objets externes d'entrer en contact avec les composants électriques internes critiques.

Un moyen populaire d'empêcher les intrusions indésirables consiste à ajouter un ou plusieurs écrans latéraux à votre robot. Ceux-ci doivent être construits à partir de matériaux non conducteurs. Ils peuvent également servir pour ajouter de la force ou des éléments de conception industrielle à votre robot. Les écrans peuvent également empêcher des pièces mobiles, pièces de jeu, ou éléments de pointage (balles, blocs, etc.) de tomber dans votre robot et de compter dans le dénombrement permis des éléments sous contrôle du robot.

Figure 24 : Écrans latéraux

Dans cet exemple, les protections latérales remplissent de nombreuses fonctions :

- Elles protègent le fonctionnement interne du robot du contact d'autres robots.
- Elles empêchent les pièces de jeu de se coincer à l'intérieur du robot.
- Elles protègent l'interrupteur d'alimentation (en bas à gauche).
- Elles offrent une surface pour la décoration thématique et l'identification de l'équipe.

Des écrans latéraux durables, transparents, en plastique peuvent être construits en polycarbonate, PVC ou PETG pour permettre une visibilité interne des voyants et des mécanismes.

NOTE : le plexiglas (acrylique) est un plastique transparent couramment disponible, mais il est assez cassant, il peut donc ne pas convenir aux écrans de protection.

Considérations relatives au Wi-Fi

L'appareil Android contrôleur du robot et le concentrateur de commande utilisent une radio sans fil pour communiquer avec le poste de pilotage. Choisissez l'emplacement du smartphone et du concentrateur en tenant compte des considérations suivantes :

- Il est important de protéger le smartphone ou le concentrateur de commande des contacts robot-robot. Fixez le smartphone ou le concentrateur au robot dans un endroit protégé des impacts physiques.

- Choisissez un emplacement sur le robot où les ondes radio qui voyagent vers ou depuis le smartphone ou le concentrateur ne seront pas bloquées/réfléchies par de gros morceaux de métal, par une batterie 12 V ou par un moteur.
- Choisissez un emplacement sur le robot où les ondes radio qui voyagent vers ou depuis le smartphone ou le concentrateur ne seront pas perturbées par des interférences électromagnétiques potentiellement générées par un moteur 12 V CC.
- Réduisez le risque de choc électrostatique entre le smartphone et le châssis métallique du robot en le montant sur un isolant, comme du plastique ou du bois.
- Assurez-vous que le smartphone est facilement accessible pour sa recharge, la programmation et les urgences.
- Assurez-vous que le smartphone est installé de manière à ce que l'appareil photo soit disponible pour Vuforia, le cas échéant.

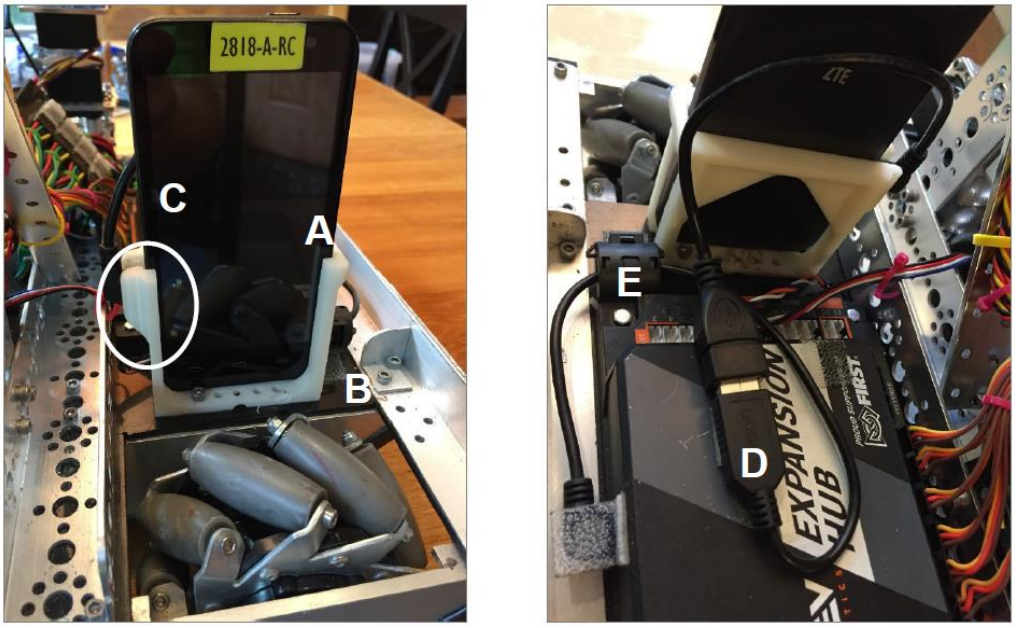

Figure 25 : Montage du téléphone

A. Le smartphone contrôleur de robot est maintenu en position à l'aide d'un support imprimé en 3D.
B. Le support est boulonné à une base en plastique, gardant le téléphone séparé de tous les éléments métalliques.
C. Ce support provient de Thingiverse. Le connecteur USB est déstressé par le support imprimé en 3D.
D. Un câble en deux parties est utilisé pour connecter le smartphone au concentrateur d'extension REV. Cela permet aux deux appareils d'être fréquemment déconnectés sans usure sur l'un ou l'autre appareil.
E. Un filtre en ferrite est attaché au câble USB et maintenu en place avec du Dual-Lock. Le concentrateur d'extension est également boulonné à une base en plastique pour protéger contre les décharges électrostatiques.

Atténuation des décharges électrostatiques

Une décharge électrostatique se produit lorsqu'un objet chargé (comme un robot) se décharge sur un objet neutre (sans charge) ou chargé de manière opposée. En raison des hautes tensions impliquées (jusqu'à des

dizaines de kilovolts), ces décharges produisent des courants électriques transitoires extrêmement élevés. Pour plus de détails sur la cause des décharges électrostatiques, reportez-vous au document (voa) de *FIRST* : White Paper: Analysis ESD Mitigation by Eric Chin.

Lorsqu'une décharge électrostatique grave se produit, le fonctionnement du système de contrôle peut être interrompu momentanément, voire pendant la durée d'un match. Plusieurs bonnes pratiques sont recommandées pour minimiser l'occurrence et l'impact des décharges électrostatiques.

Mise à la terre

La mise à la terre du système électrique au châssis du robot réduira le risque de choc entre le châssis du robot et l'électronique du système de contrôle. Un fil de mise à la terre permet de maintenir l'électronique au même potentiel que le châssis, empêchant les arcs entre les deux systèmes. En plus d'isoler les composants électroniques du système de contrôle du châssis, la mise à la terre de l'électronique au châssis protégera contre une décharge électrostatique.

Figure 26 : Fil de mise à la terre

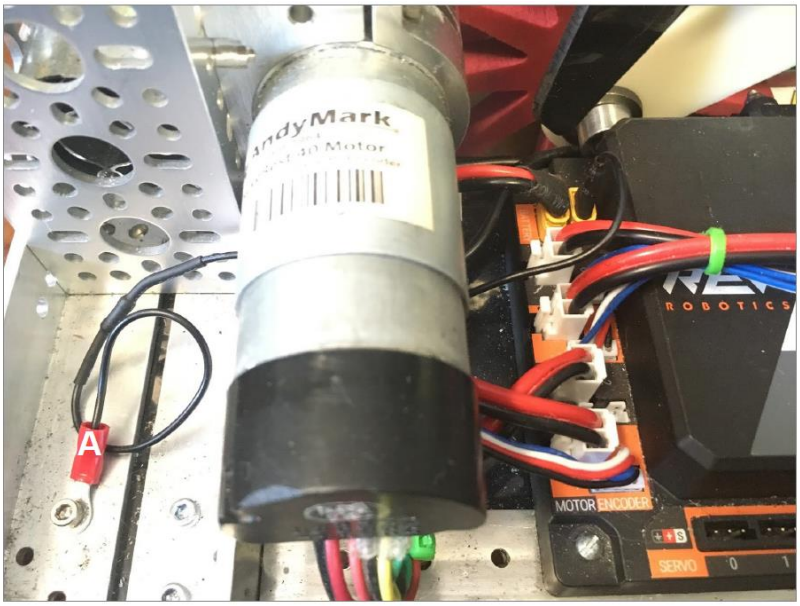

Figure 27 : Sangle de mise à la terre

A. Le fil de mise à la terre est branché sur le dernier concentrateur d'extension de la chaîne d'alimentation et boulonné à un composant métallique du châssis du robot.

Le manuel du jeu exige l'utilisation d'un câble approuvé par *FIRST* et fabriqué dans le commerce :

- Il est doté d'une résistance en ligne appropriée, qui empêche le passage d'un courant excessif à travers le châssis.
- Il dispose d'une connexion à clé conçue pour empêcher un utilisateur de connecter par inadvertance une ligne active (12 V) au châssis du robot.

Self ou bobine de ferrite

Ces composants cliquables ou intégrés bloquent les pics de courant, comme ceux observés lors d'une décharge électrostatique. Utilisez-les sur les câbles de capteur, les câbles d'encodeur et les câbles servo pour réduire le risque de dommages et/ou de perturbation des composants électriques. Il est préférable d'utiliser des câbles USB blindés de haute qualité avec des filtres de ferrite intégrés ou externes pour aider à réduire les interférences sur la ligne provenant des moteurs ou des décharges électrostatiques. Étant donné que les bobines de ferrite peuvent être lourdes, elles doivent être retenues pour éviter qu'elles n'exercent une contrainte mécanique excessive sur le câblage.

Figure 28 : Bobines ou selfs de ferrite

Placement des fils

L'électronique du système de contrôle peut avoir du métal exposé ou une mauvaise isolation. Si ces composants sont placés trop près du châssis métallique et qu'une charge s'accumule sur le châssis, une décharge électrostatique peut se produire.

Par exemple, les câbles à 4 fils pour capteur utilisés par le concentrateur d'extension et le concentrateur de commande REV Robotics ont des connecteurs en plastique mal isolés. Si une charge s'accumule sur le châssis métallique du robot et que l'extrémité du câble du capteur est placée trop près du châssis, un choc peut se produire, et ce choc peut perturber voire endommager le port I2C d'un concentrateur.

De même, certains câbles d'extension de servo ont des parties métalliques exposées qui pourraient être vulnérables aux décharges électrostatiques à moins qu'elles ne soient correctement isolées.

Éloigner ces zones électroniques vulnérables du châssis (avec un espacement d'air de plus de 3/8" ou 10 mm) peut aider à réduire le risque de décharge électrostatiques.

L'utilisation de ruban isolant pour isoler ces zones peut être tout aussi efficace et probablement plus facile.

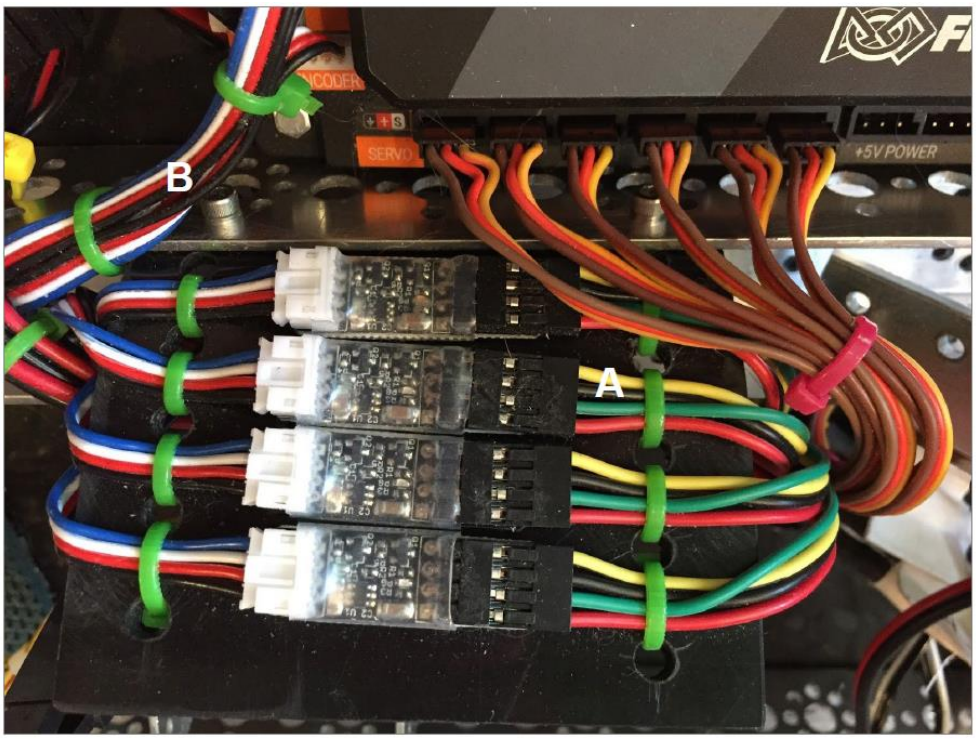

Figure 29 : Transits de niveau

Ces transits sont utilisés pour connecter les encodeurs de moteur NeveRest.

A. Quatre moteurs nécessitent quatre encodeurs. Les transits ont été montés sur un support en plastique pour minimiser les décharges électrostatiques, puis boulonnés au châssis.
B. Les fils menant vers et depuis les transits ont été fixés pour réduire le stress sur les connecteurs, et les câbles sont regroupés pour occuper un minimum d'espace.

Éviter le métal exposé à l'extérieur
Couvrir les parties extérieures (le périmètre) conductrices d'un robot avec un matériau non conducteur réduit le risque qu'elles touchent un objet conducteur à un potentiel électrique différent et déclenchent une décharge électrostatique. Les pare-chocs en bois, le ruban isolant et autres revêtements non conducteurs sont tous efficaces.

Considérations relatives aux roues
Les équipes doivent rechercher les avantages et les inconvénients des différentes roues. Certains matériaux et designs de roues peuvent avoir un effet important sur l'accumulation de charge statique. Les roues Mecanum, par exemple, peuvent produire plus d'électricité statique que d'autres types de roues.

Poste de pilotage

Tous les problèmes de câblage ne sont pas sur le robot. Le poste de pilotage comporte également plusieurs composants qui doivent avoir des connexions fiables pour assurer un bon fonctionnement. De nombreuses équipes qui apportent sur le terrain de compétition leurs smartphones et contrôleurs comme des pièces détachées libre de déplacement vivront des problèmes de perte de contrôle avant ou pendant un match. Si le cordon d'une manette de jeu est tiré, cela peut provoquer une brève déconnexion USB qui empêchera la manette de communiquer avec le robot. Cela peut entraîner une perte de contrôle du robot à un moment critique.

Pour garantir un fonctionnement stable et cohérent, il est recommandé de monter les connecteurs du smartphone du poste de pilotage, du concentrateur USB et du contrôleur de jeu sur une base rigide. Cette base doit être non métallique (en bois ou plastique), et elle peut également fournir un moyen facile de ranger les contrôleurs de jeu. Les équipements peuvent être fixés à la base avec du Velcro®, des attaches zip, du Dual Lock ou même de la colle chaude. Tous les connecteurs doivent être déstressés.

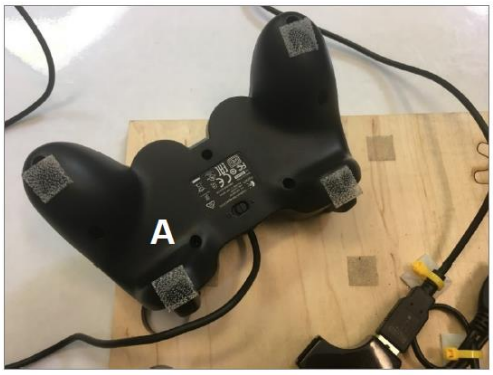

Figure 30 : Poste de pilotage

A. Les contrôleurs de jeu sont fixés au panneau de bois à l'aide de 3M Dual Lock, mais n'importe quel système auto-agrippant peut être utilisé.
B. Le connecteur Micro USB entrant dans le téléphone est déstressé. Il y a suffisamment de câblage libre pour être facilement débranché pour charger le téléphone.
C. Le support du téléphone, le concentrateur USB et les connecteurs sont tous ancrés en place pour les empêcher de se déconnecter à cause de secousses.
D. Ces images montrent un poste de pilotage construite à partir d'une mince feuille de contreplaqué (tout matériau non métallique peut être utilisé).

Adaptation des systèmes d'alimentation

Types de fils et de connecteurs

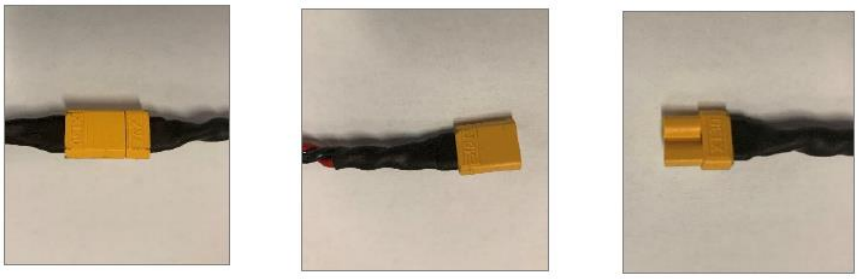

Figure 31 : Connecteurs XT30 (Mâle et Femelle)

REV Robotics : Le système REV utilise des connecteurs XT30 pour les câbles d'alimentation. Ces connecteurs sont utilisés dans l'industrie des véhicules télécommandés et sont conçus pour résister à des cycles de connexion et de déconnexion répétés. Il n'est pas nécessaire de remplacer ces connecteurs par des connecteurs Anderson PowerPoles. Cependant, il y a eu des rapports crédibles de déconnexions occasionnelles entre des connecteurs XT30 fournis avec le matériel REV Robotics.

Si vous pensez avoir une connexion XT30 lâche, effectuez une inspection physique minutieuse de la connexion. Assurez-vous que les connecteurs sont bien ajustés et qu'il y a une légère rétention entre les connecteurs lorsque vous essayez de les séparer. Vérifiez également que l'alimentation n'est pas interrompue lorsque les extrémités des câbles d'alimentation qui se connectent via les connecteurs XT30 sont secouées. Si vous trouvez une connexion lâche, remplacez le câble défectueux ou contactez REV Robotics si le connecteur défectueux est monté sur un concentrateur.

Si vous préférez utiliser les connecteurs Anderson PowerPoles comme connecteurs principaux, vous pouvez attacher un câble convertisseur XT30/Anderson PowerPole au concentrateur et le déstresser correctement. Une fois ce convertisseur branché sur le concentrateur, il peut être laissé en place et la batterie peut se connecter ou se déconnecter à l'aide de la connexion Anderson PowerPole. Cela réduira l'usure subie par les connecteurs XT30.

Avertissement : N'inversez pas la polarité de l'alimentation CC d'entrée. Bien que les concentrateurs REV disposent d'une protection intégrée contre l'inversion de polarité, il y a eu des rapports crédibles de hubs endommagés lors d'une inversion de polarité.

Figure 32 : Polarité inversée

Faire un adaptateur

Les équipes peuvent remplacer les connecteurs de leurs batteries et installer des connecteurs plus fiables à leur place. Les anciens connecteurs peuvent être utiles.

Figure 33 : Connecteurs Anderson PowerPole et XT30

Lorsque vous retirez les connecteurs indésirés de la batterie, ne coupez pas les fils au ras de l'extrémité du connecteur. Au lieu de cela, laissez 1/2" de longueur de fil attaché au connecteur.

Installation des PowerPoles Anderson

Les étapes suivantes expliquent comment installer Anderson PowerPoles sur une batterie (TETRIX, REV et MATRIX). Les mêmes étapes peuvent être adaptées pour installer les Anderson PowerPoles sur n'importe quel fil.

1. Retirez le fusible de la batterie.

Figure 34 : Retrait du fusible

2. Coupez l'un des fils à proximité du connecteur Tamiya. Ne coupez pas trop près de la batterie ou du boîtier du fusible, cela rendrait l'installation difficile voire impossible.

3. Dénudez le fil selon les spécifications Anderson PowerPole.

Figure 35 : Dénudez le fil

4. Sertissez le connecteur sur le fil. Assurez-vous que le fil est dans le bon sens avant de faire cela - les PowerPoles doivent se connecter correctement.

Figure 36 : Connecteur serti et boîtier rouge

5. Fixez le boîtier en plastique.

NOTE : Fixez le boîtier rouge au fil positif et le boîtier noir au fil négatif.

6. Répétez les étapes 2 à 5 sur le fil restant.

7. Faites glisser le mécanisme de verrouillage latéral des boîtiers rouge et noir adjacents.

NOTE : le côté positif rouge surélevé doit glisser dans le côté négatif noir en retrait.

Figure 37 : Orientation correcte du boîtier

8. Faites glisser et enclenchez le boîtier rouge sur l'autre boîtier rouge, répétez l'opération pour les boîtiers noirs.

9. Le cas échéant, réinsérez le fusible.

10. Répétez la procédure sur le chargeur de batterie.

Une démonstration vidéo de cela peut être vue sur *Gear Up with FTC!* Robot Wiring Troubleshooting Video (passez à 10:10 dans la vidéo). Plus de détails peuvent être trouvés ici : http://www.powerwerx.com/assembly.asp

Adapter les niveaux logiques

Transits de niveau

Il existe deux niveaux de tension couramment utilisés pour la logique sur les circuits intégrés (comme les puces d'un concentrateur d'extension REV Robotics) : 5 V et 3,3 V. Le concentrateur d'extension REV utilise des niveaux logiques de 3,3 V, mais les appareils Modern Robotics fonctionnent avec des niveaux logiques de 5 V. Si vous souhaitez utiliser des capteurs I^2C 5V de Modern Robotics avec le concentrateur d'extension REV, vous aurez besoin de :

- Convertisseurs de niveau logique (également appelés transits de niveau) pour convertir les signaux vers et depuis le capteur.
- Câble adaptateur pour capteur de REV Robotics (REV-31-1384) pour connecter le capteur 5 V au convertisseur de niveau logique.

Une explication complète peut être trouvée sur REV Robotics Expansion Hub Getting Started Guide (voa)

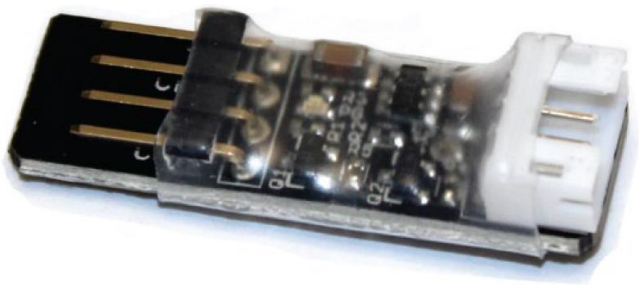

Figure 38 : Convertisseur de niveau logique

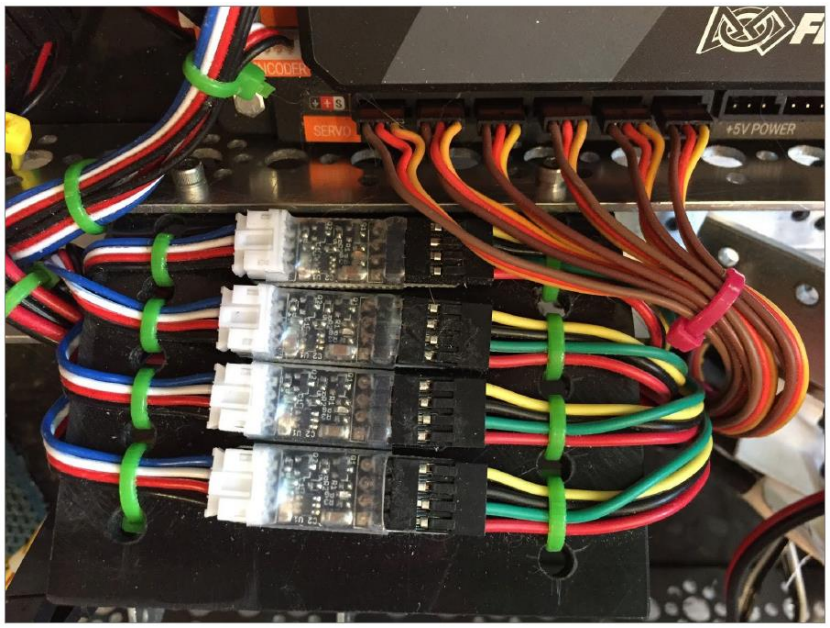

Figure 39 : Transits

Ces transits de niveau sont utilisés pour s'interfacer avec les encodeurs de moteur NeveRest.

Problèmes courants et dépannage

Problèmes de connexion

- Problèmes matériels
  - Avant de câbler un robot, assurez-vous d'inspecter les ports sur tous les modules. Il est possible d'endommager les broches des ports du module. Si tel est le cas, n'utilisez pas le module. Il doit être renvoyé au fabricant pour réparation.
- Fils inversés
  - Le concentrateur d'extension et le concentrateur de commande ont trois symboles colorés qui alignent les couleurs des câbles d'asservissement servo.
  - Assurez-vous de faire correspondre les fils noir, rouge et blanc avec les symboles codés par couleur sur le concentrateur.
  - Vérifiez également la connexion sur les extensions servo et les répartiteurs.

Figure 40 : Symboles codés par couleur

Problèmes de communication avec le hub et le téléphone

Les signaux qui transitent entre l'appareil Android et les manettes sont sensibles aux interférences. Si un fil d'alimentation du moteur ou un fil d'asservissement longe un câble USB, il est possible d'induire un signal parasite qui peut entraîner des problèmes intermittents.

Ressources additionnelles

L'intégration minutieuse des solutions et des conseils de gestion du câblage dans les quatre sections précédentes devrait garantir des performances plus robustes du système électrique et augmenter la fiabilité du robot. Pour les équipes qui souhaitent approfondir leurs connaissances en câblage, les éléments suivants peuvent être utiles :

- NASA Guide to Crimping, Interconnecting cables, Harnesses, and Wiring
- Gear Up With FTC Presentation: Robot Wiring Troubleshooting
- Instructions pour le câblage du système de contrôle du concentrateur d'extension de REV Robotics.

FIRST propose également un certain nombre de ressources pour les équipes à la recherche de plus d'informations sur la technologie basée sur Android :

https://www.firstinspires.org/resource-library/ftc/robot-building-resources

Annexe A – Ressources

Questions-réponses sur le forum du jeu

https://ftc-qa.firstinspires.org/

Les questions-réponses du forum du jeu du Défi Techno de *FIRST* sont accessibles sans mot de passe. Pour soumettre une nouvelle question, vous devez un seul nom d'utilisateur et mot de passe d'équipe pour accéder au système des questions-réponses

Forum des bénévoles

Les bénévoles peuvent demander l'accès aux forums réservés à des bénévoles jouant un rôle particulier en nous écrivant : FTCTrainingSupport@firstinspires.org.

Manuels du jeu du Défi Techno FIRST

Parties 1 et 2 - https://www.firstinspires.org/resource-library/ftc/game-and-season-info

Assistance avant l'événement au siège social de FIRST

Tél. : 603-666-3906
Lundi – vendredi
8 h – 17 h
Courriel : Firsttechchallenge@firstinspires.org

Sites Web de FIRST

Page d'accueil de *FIRST* – www.firstinspires.org

Page du Défi techno de *FIRST* –Pour tout ce qui concerne le Défi Techno *FIRST*.

Ressources pour les bénévoles du Défi Techno FIRST – Pour accéder aux manuels des bénévoles.

Calendrier des événements du Défi techno *FIRST* – Trouvez les événements du Défi Techno *FIRST* dans votre région.

Médias sociaux du Défi Techno FIRST

Fil Twitter du Défi Techno *FIRST* - Si vous êtes sur Twitter, suivez le fil Twitter du Défi Techno *FIRST* pour recevoir les mises à jour.

Page Facebook du Défi Techno *FIRST* - Si vous êtes sur Facebook, suivez le fil Facebook du Défi Techno *FIRST* pour recevoir les mises à jour.

Chaîne Youtube du Défi Techno YouTube *FIRST* – Contient des vidéos d'entraînement, des animations du jeu, des clips de nouvelles, etc.

FIRST blogue du Défi Techno *FIRST* – Des articles chaque semaine pour la communauté du Défi techno *FIRST*, notamment sur la reconnaissance de nos formidables bénévoles !

Envois de courriels aux équipes du Défi Techno *FIRST* – donnent aux bénévoles les dernières nouvelles du Défi Techno *FIRST*.

Commentaires

Nous faisons en sorte de créer les meilleurs documents possibles pour vous soutenir. Si vous avez des commentaires concernant ce manuel, écrivez-vous : firsttechchallenge@firstinspires.org. Merci !