

ÉVITER LES ERREURS DE CÂBLAGE

Patience, préparation, outils et discipline sont les clés de la réussite.

Le câblage des panneaux électriques et de l'avionique signale typiquement le début de la fin de la construction ou de la restauration d'un avion. Après tout, la structure de l'aéronef doit être presque complète avant que le câblage ne commence, l'avion est typiquement sur son train d'atterrissage, et ses ailes sont installées ou prêtes à l'être. Le moteur et l'alternateur sont également installés, sinon connectés. Les jours des essais de roulage approchent rapidement, avec les essais en vol qui suivront.

Mais attendez ! Avant de vous précipiter pour finaliser votre avion et votre avionique, prenez quelques instants pour considérer comment éviter les erreurs majeures d'installation de l'avionique. Que votre avion soit en cours de câblage maintenant, ou qu'il le soit dans l'avenir, prendre quelques instants pour assimiler ces leçons d'autres constructeurs peut faire la différence entre une installation assez simple et une installation qui devient un casse-tête ou, pire encore, un cauchemar.

ASSUREZ-VOUS D'AVOIR LES BONNES COMPÉTENCES

Nous vous accorderons que vous avez la capacité de construire un avion. Ces compétences de base en construction comprennent savoir comment poser correctement des rivets, comment serrer des boulons au couple, comment souder des tubes en alliage, comment stratifier des matériaux composites, comment larder les nervures, et toutes les autres subtilités du processus de construction.

De manière similaire, lorsqu'il s'agit des systèmes électriques et avioniques, un constructeur doit avoir les bonnes compétences et les bonnes connaissances pour réussir, ou vous pouvez finir par commettre des erreurs coûteuses et chronophages.

Il existe quelques exemples réels où se lancer et commencer le processus de câblage sans les bonnes connaissances a causé des problèmes. Nous avons vu des cas où le constructeur a passé ce qui semblait être un fil de la bonne section, pour finalement le voir tomber en panne parce qu'il n'était pas suffisamment gros. Puis il y a eu le constructeur qui avait des problèmes de radio après avoir changé l'intensité de l'éclairage du tableau de bord. Vous avez probablement déjà deviné la cause, les radios étaient alimentées par le système d'éclairage du tableau de bord, au lieu d'être câblées vers un disjoncteur dédié sur le bus électrique comme elles auraient dû l'être.

Dans tous ces cas, un recâblage étendu a été nécessaire, ce qui a pris plus de temps et d'argent, a retardé la mise en vol de l'avion et a causé de la frustration pour le constructeur. Néanmoins, nous pouvons apprendre de ces erreurs.

ASSUREZ-VOUS D'AVOIR UN PLAN

La première chose que vous devez faire est de planifier votre projet de câblage, du début à la fin. La plupart des kits d'usine font un bon travail pour cette tâche, mais si vous construisez un avion à partir de zéro, vous devrez faire ce gros travail vous-même. Cette planification préalable est critique pour éviter des reprises coûteuses et chronophages dans l'avenir lorsque vous atteindrez le point d'installer le système électrique.

Ces tâches comprennent déterminer où les différents équipements avioniques et les différentes charges seront placés dans l'avion, où les fils pour les charges, les dispositifs et les antennes seront passés, et où le bus électrique sera situé. Les parcours principaux où des faisceaux de câbles seront acheminés doivent être identifiés, puisqu'ils devront être pris en considération quant à la manière dont les fils sont dimensionnés pour la charge, et aux endroits où des passages pour eux doivent être prévus dans la structure de l'aéronef.

Réunir deux fils ou plus dans un faisceau a pour résultat que tous les fils de ce faisceau sont déclassés ou, pour le dire plus clairement, qualifiés pour transporter moins de charge qu'ils ne le feraient seuls. Cela signifie que vous devez savoir quels fils vous mettez avec quels autres fils dans chaque faisceau, afin de pouvoir installer le fil de la bonne section dès la première fois.

Il y a également la tâche d'identifier les interférences mécaniques telles que les câbles, les commandes, les réservoirs principaux, les tiges de poussée, et les éléments similaires qui doivent être contournés ou modifiés pour permettre à l'installation de se dérouler correctement.

Pour ceux qui construisent des avions en matériaux composites, vous devrez décider où vous intégrerez l'antenne spéciale qui est conçue pour être placée dans la peau de l'avion ou, inversement, où vous allez installer le support d'une antenne standard.

Cette planification préalable peut être très bénéfique en évitant des reprises plus tard dans un projet. À titre d'exemple, nous avons vu des constructeurs modifier des pièces ou des ensembles aux premières étapes du processus de construction, afin de leur permettre d'installer les équipements avioniques qu'ils voulaient à l'endroit où ils les voulaient. Cependant, une fois que cette pièce est rivetée ou stratifiée en place, le désir d'avoir ce que vous voulez réellement peut être contrarié par la difficulté de la tâche nécessaire pour effectuer la reprise requise.

Il y a d'autres points à planifier, notamment l'endroit où la batterie sera placée, la manière dont l'alimentation sera acheminée à travers le fuselage, l'endroit où les différents solénoïdes et relais seront situés, et la manière dont le système de mise à la masse sera établi. Le point important derrière toute cette planification est simple, une planification approfondie jusqu'à la charge de chaque fil assurera un projet réussi avec un nombre minimal de modifications coûteuses, ce qui est la raison pour laquelle vous devez le faire.

Avec le plan de l'ensemble du câblage, du cheminement et des bus électriques terminé, vous pouvez maintenant établir une conception détaillée de quels fils vont vers quel emplacement par quel cheminement. Il existe des conseils généraux, comme ne pas faire passer les fils d'alimentation et de mise à la masse à côté des fils d'antenne ou des fils de capteurs. Le champ électrique généré par ces fils de charge peut causer des interférences avec les fils d'antenne et les fils de capteurs.

Dans le cas des systèmes de détection de la foudre, vous finirez par voir de la foudre lorsqu'il n'en existe pas, ce qui rend les dispositifs de peu d'utilité. Dans l'un ou l'autre cas, si cela n'est pas fait correctement dès la première fois, vous finissez par devoir reprendre votre installation. En termes généraux, plus la charge est élevée, plus le champ est important, et plus les problèmes d'interférences causés par le passage des fils ensemble seront importants.

ÉTIQUETEZ TOUS LES FILS

Pendant que vous mettez ces détails sur le plan, prenez un instant pour déterminer comment vous identifierez chaque fil. Que ce soit avec des fils pré-imprimés provenant d'un fournisseur, ou avec des marqueurs, placer un code unique sur chaque fil est une manière d'éviter un autre problème, qui est d'essayer de déterminer lequel des centaines de fils pratiquement identiques est celui que vous voulez faire passer vers l'équipement avionique que vous êtes en train de câbler.



Étiqueter chaque fil, à chaque étape du chemin, et garder à l'esprit que le soin compte, résultera invariablement en une installation sûre et sécurisée.

Les plans avec le bon niveau de détail comprennent des fils numérotés individuellement, qui sont montrés sur un schéma de câblage afin de permettre que tout problème soit clairement retracé jusqu'à sa source. Les plans qui présentent un niveau de détail exemplaire comprennent la marque, la section et le type du fil afin de permettre des modifications si des problèmes apparaissent avec une marque particulière, un fil particulier ou un isolant particulier. Cela est conforme à la manière dont les principaux constructeurs d'avions travaillent, et si vous voulez maintenir les coûts de dépannage de votre avion à un faible niveau dans l'avenir, vous devez reproduire cette manière de faire.

La nécessité d'étiqueter les fils est assez simple, le contrôle des coûts. Considérez ceci : Si par hasard vous faites passer un fil d'alimentation vers un indicateur et fournissez un chemin de mise à la masse, l'indicateur dégagera généralement de la fumée lorsque l'alimentation sera appliquée. Ce coût devra être supporté par votre projet, puisque les dommages causés par un câblage incorrect ne sont pas couverts par la garantie. Nous avons vu des câblages incorrects dans des avions de construction amateur à de nombreuses occasions, y compris sur des alternateurs. Cela signifie que la même rigueur que vous appliquez à votre installation avionique doit être étendue au reste de votre système électrique.

Savoir quels fils devront être passés dans quel faisceau signifiera passer un bon moment au *chapitre 11 de la circulaire consultative 43.13-1B, Acceptable Methods, Techniques and Practices*, qui détaille comment vous dimensionnez chaque fil, comment le fait de réunir des fils dans des faisceaux affecte le dimensionnement de chaque fil, comment vous devez éviter de réunir certains types de fils, ainsi que d'autres indications et conseils généraux pour maintenir votre projet de construction électrique aussi irréprochable que possible. Vous procurer un exemplaire de cette importante référence et l'étudier à l'avance vous donnera une bonne idée des différents facteurs qui doivent être pris en considération dans votre plan détaillé.

UTILISEZ LES BONS OUTILS

Rien ne peut transformer un bon plan en désordre plus rapidement que de mauvais outils ou l'utilisation de mauvais matériaux. Par exemple, savez-vous que la *circulaire consultative 43.13* comporte des limites spécifiques concernant le nombre de brins d'un fil qui peuvent être entaillés ou retirés au cours du processus de dénudage ? Si vous entaillez ou retirez trop de brins avec une pince à dénuder non destinée à l'aviation, votre fil finira par être inutilisable ou, pire encore, trop court pour atteindre sa destination.

La base de ces restrictions couvre deux considérations importantes :

- La première est la capacité du conducteur à transporter la charge électrique. Des brins entaillés signifient qu'une capacité de transport du courant plus faible sera disponible à cette connexion.
- La seconde considération, tout aussi importante, est la capacité du fil à supporter la charge de son propre poids, c'est-à-dire à être capable de résister aux rigueurs du vol. Bien qu'il y ait une certaine marge de sécurité dans tout calcul, avoir les bons outils vous évitera d'avoir à porter un jugement.

De manière similaire, la même approche doit être appliquée à votre pince à sertir et à vos épissures. Oui, il existe des outils de sertissage entièrement conformes, moins coûteux, avec une conception sans cliquet. Cependant, la tranquillité d'esprit quant à la qualité de votre installation sera plus grande si vous utilisez une pince à sertir professionnelle à cliquet.

Pour les matériaux, nous insistons fortement sur la nécessité d'utiliser des fils et des connecteurs de qualité aéronautique. Ce fil est conçu et isolé pour les rigueurs de l'aviation, et représente un niveau supérieur à ce que vous pouvez acheter pour les voitures ou les chaînes stéréo. Les épissures et les connecteurs d'extrémité sont fabriqués selon les mêmes normes que ceux utilisés dans les centrales nucléaires. La partie la plus importante des fils de qualité aéronautique est que, si un fil surchauffe, il ne générera pas de gaz toxiques dans votre cockpit pour compliquer davantage une mauvaise situation !

Compte tenu de ce que vous avez investi dans un projet moyen de construction ou de restauration d'un avion, le coût des outils appropriés de sertissage et de dénudage sera largement compensé par la réduction des reprises, et par une confiance améliorée dans la qualité de vos broches, connexions et épissures. Mieux encore, une fois votre projet terminé, si vous n'avez plus besoin des outils, vous pouvez toujours les revendre, et récupérer la plus grande partie de ce que vous avez payé pour eux.



Pour effectuer le travail correctement, utilisez les outils appropriés. Voir le chapitre 11 de la circulaire consultative 43.13-1B, Acceptable Methods, Techniques and Practices, pour les détails.

AVANT DE COMMENCER, ENTRAÎNEZ-VOUS

Si vous êtes comme beaucoup de constructeurs, lorsque vous avez commencé à poser des rivets, à larder des nervures ou à effectuer le processus de stratification, vous n'avez pas immédiatement commencé sur votre avion. À la place, vous avez réalisé quelques pièces d'essai, puis vous les avez examinées, relevé les éventuels problèmes avec votre mentor, et essayé de nouveau jusqu'à ce que vous y parveniez. De cette manière, vous avez acquis une formation pratique sur la tâche avant de réaliser des connexions et des assemblages définitifs sur votre avion.

La même approche peut et doit être utilisée pour améliorer vos capacités en avionique et en câblage. Si l'argent

est limité, vous pouvez rendre visite à des ateliers d'avionique locaux et leur demander une partie de leurs chutes de fil ou des fils déposés provenant d'installations. Bien que nous comprenions que le prix des connecteurs à sertir et des broches semble être égal à leur poids en argent, il est bien préférable de faire quelques erreurs en dehors de votre processus d'installation que de couper 30 fils pour une partie de votre faisceau et de devoir jeter les cinq premiers parce que vous avez sertit l'isolant au lieu du fil, ou parce que votre technique de dénudage a retiré trop de brins.

POUR MINIMISER LES ERREURS, CÂBLEZ PAR SECTION

Si vous avez les compétences pour réaliser vous-même votre câblage, et avez établi le schéma et rassemblé les informations de base pour effectuer le travail, nous vous suggérons de réaliser votre câblage par sections. Disposer les informations de votre tableau de bord sur une planche, et installer des chevilles sur cette planche pour guider les différents fils pendant que vous construisez votre faisceau vous aidera à le construire correctement dès la première fois. Souvenez-vous de regrouper les fils en faisceaux comme décrit dans la *circulaire consultative 43.13-1B*, ce qui contribuera à garantir que les fils ne frotteront pas et n'useront pas leur isolation au cours de vos vols de routine. Cette approche utilisant une planche à chevilles, si elle est utilisée correctement, peut vous aider à regrouper les fils en un faisceau de câblage professionnel.

Après que votre faisceau a été assemblé et installé avec les connecteurs, le moment viendra de raccorder les équipements et de les essayer. Nous suggérons de connecter un équipement ou une section d'avionique à la fois. À titre d'exemple, si vous avez un récepteur GPS, un transpondeur et une radio de navigation/communication, effectuez toutes les connexions sur l'un des appareils, puis mettez-le sous tension. S'il ne fonctionne pas correctement, coupez l'alimentation et vérifiez votre câblage. Le point derrière cette approche est simple, s'il y a une erreur dans votre câblage, vous pouvez la détecter avant qu'elle ne puisse endommager plusieurs équipements.

RECONNAISSEZ LORSQUE LA TÂCHE DÉPASSE VOS CAPACITÉS

En regardant les faits, il y a certains constructeurs qui sont excellents pour les parties mécaniques mais deviennent nerveux avec les parties électriques de l'installation. Qu'il s'agisse d'un manque de temps, du coût des outils ou de l'impatience alors que la fin du projet est en vue, il existe d'autres options pour obtenir une installation de qualité pour votre électronique et votre système électrique.

Étonnamment, le coût pour obtenir de l'aide d'un atelier d'avionique pour une partie ou la totalité de votre câblage est à la fois raisonnable et accessible. Des ateliers d'avionique, des fabricants de kits et des ateliers spécialisés dans les tableaux de bord sur mesure sont disposés à travailler à partir de votre schéma de câblage, ou même de vos souhaits, et à réaliser le faisceau de câblage pour votre avionique et même pour votre système électrique.

Le coût de ce travail varie selon l'importance du projet, mais, pour les petits projets, les prix peuvent être tout à fait raisonnables. À titre d'exemple, un constructeur a fait réaliser par un atelier d'avionique le faisceau de câblage de son installation avionique. Il a fourni les détails tels que les équipements qu'il raccordait, la distance entre les différents composants de la pile avionique, et l'endroit où les indicateurs déportés seraient situés. Le faisceau était correctement dimensionné, était marqué et regroupé professionnellement, et répondait parfaitement aux besoins du projet. Le coût total du faisceau de câblage était de 175 \$, ce qui est réellement raisonnable lorsque l'on considère qu'une bonne pince à sertir pour connecteurs de fils peut coûter davantage que cela, sans parler de la pince à sertir spéciale pour broches nécessaire aux connecteurs avioniques.

Lorsque vous augmentez l'étendue du projet pour inclure le tableau de bord et les instruments de vol, le prix augmente. Un tableau de bord entièrement câblé peut varier en prix de 5 000 \$ pour un tableau de bord simple, à 20 000 \$ pour un tableau de bord moyen à double radio de navigation/communication avec un transpondeur, un encodeur et un système GPS, jusqu'à beaucoup plus que cela pour des tableaux de bord à écrans. Cependant, les ateliers travaillent selon vos besoins, et seront heureux de fournir des estimations et même des dessins conceptuels une fois que vous aurez décidé de la direction que vous voulez prendre et que vous serez prêt à verser un acompte.

En fin de compte, utiliser un plan détaillé approprié, utiliser les recommandations de la *circulaire consultative 43.13-1B*, utiliser les bons outils et marquer les fils afin qu'ils puissent être raccordés correctement et dépannés plus tard si des problèmes surviennent semble représenter beaucoup de travail.

Pour être honnête, c'est vrai, mais, tout comme le plan de projet qui vous a guidé dans la construction de votre avion, ce même haut niveau de rigueur technique doit être appliqué à votre projet de câblage. Les constructeurs qui ont maintenu cette rigueur tout au long du processus sont d'accord, cela a pris plus de temps, mais ils ont réussi dès la première fois. Ainsi, le temps et les efforts que vous mettez en place maintenant assureront le succès de votre installation avionique pendant les années à venir.