CONCEPTION DU SYSTÈME ÉLECTRIQUE

Prendre un bon départ

Dans le monde de la construction amateur, nous avons constaté que certaines personnes aiment les rivets, certaines aiment les moteurs, et certaines aiment les systèmes électriques. Je fais partie de ces dernières. Mais il y a beaucoup de gens qui connaissent le métal et trouvent le côté câblage assez intimidant, surtout de nos jours, car les avions construits par des amateurs peuvent être équipés d'un nombre toujours plus important d'équipements électriques.

Par exemple, il y a seulement une décennie, les volets et le compensateur étaient généralement actionnés manuellement ; mais aujourd'hui, ils sont alimentés électriquement dans la plupart des avions. Les pilotes automatiques, les récepteurs ADS-B, les récepteurs météo XM, les multiples écrans EFIS, les systèmes de visualisation de l'incidence et l'éclairage à LED sont tous devenus courants aujourd'hui et doivent être câblés avec soin.

Lorsque vous réfléchissez au câblage de votre avion, pensez-y en deux parties :

1. le système de distribution électrique, y compris les masses,
2. le câblage des données.

Cet article se concentre principalement sur le système de distribution électrique, mais le processus de réflexion général s'applique à tout le câblage de votre projet.

COMMENÇONS

Il est facile de vouloir commencer en perçant quelques trous, en faisant passer quelques fils et en faisant confiance au fait que tout s'assemblera plus tard. Mais je vous conseille d'adopter une approche différente : consacrez beaucoup de temps au départ à planifier tous les aspects de votre système électrique avant même de faire passer ou de couper la moindre longueur de fil. C'est important pour de nombreuses raisons, notamment parce que cela vous fera gagner du temps, de l'argent et vous évitera des problèmes plus tard.

Manipuler le câblage et l’équipement réels peut vraiment aider pendant la phase de planification, surtout si vous ne les avez jamais vus auparavant.

Commencez par réfléchir à la vision d’ensemble lorsque vous concevez votre système électrique. Cela peut ne pas sembler évident, mais vous êtes l’ingénieur système qui est finalement responsable de la conception du système adapté à vos besoins. Le fabricant du kit fournit généralement quelques recommandations générales, ou vous pouvez trouver quelques exemples de schémas de systèmes électriques sur Internet, mais en réalité, ce ne sont que des points de départ. Ils ne sont qu’une des sources de données qui alimentent le processus de conception d’un système électrique adapté à votre situation. Vous devez faire le travail afin d’avoir la garantie que le processus génère un plan adapté à votre projet, et non à un autre avion générique. Et n’oubliez pas que l’apprentissage est un élément essentiel de la construction de votre avion de construction amateur. Considérez donc cela comme une occasion d’en apprendre davantage sur votre futur système électrique que vous n’en avez jamais appris auparavant en pilotant un avion certifié.

Lors de la conception de votre système électrique, il existe une tentation de copier ou de faire les choses de la même manière que votre ami lorsqu’il a construit son avion. Évitez cette tentation. Chaque avion de construction amateur est différent et est utilisé de manière différente. Il se peut qu’une fois terminé, votre avion soit similaire à celui de votre ami sur certains points ; mais cela devrait être parce que vos exigences sont similaires, et non parce que vous l’avez copié aveuglément.

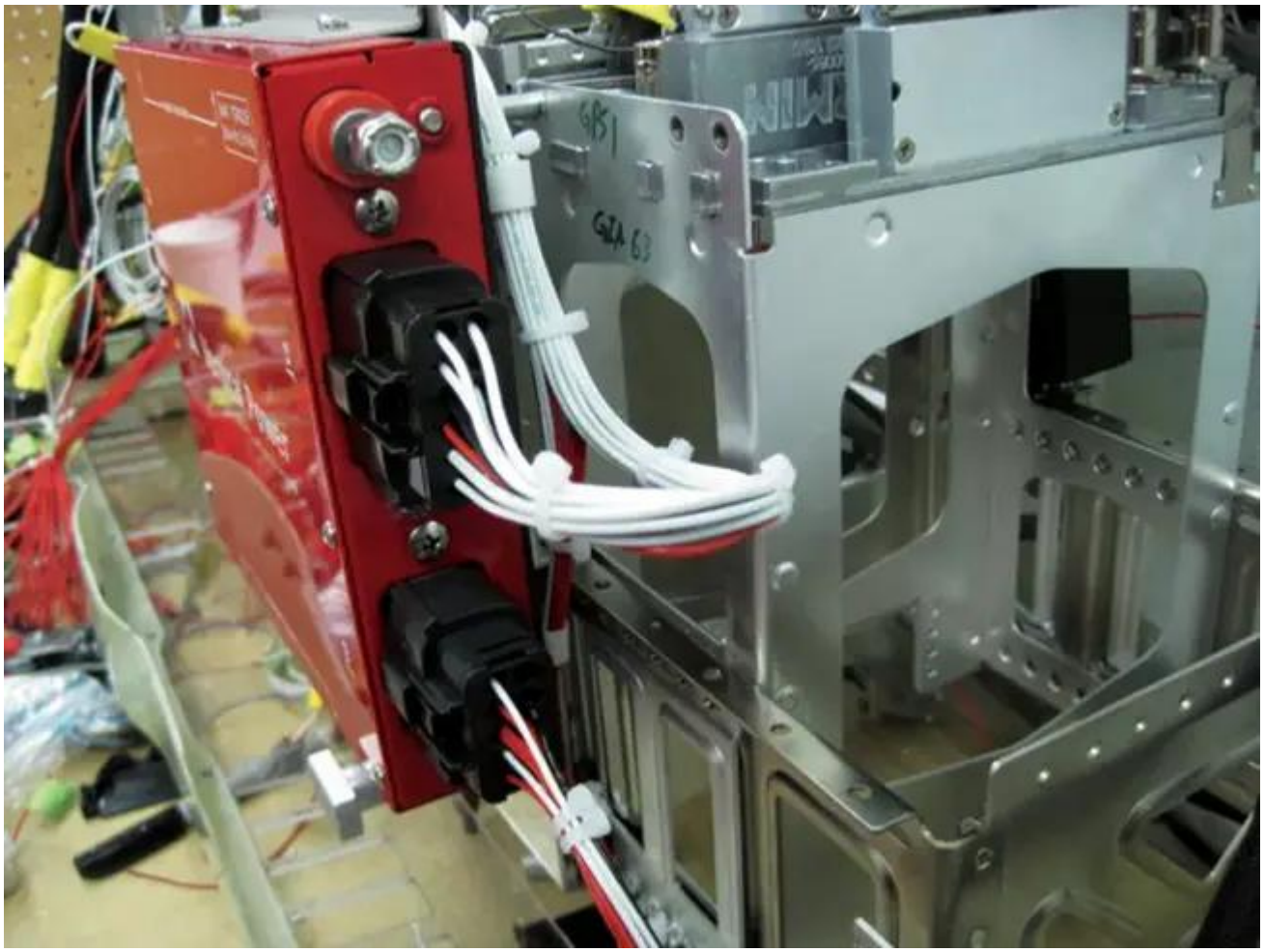
Voici trois étapes suggérées à suivre lorsque vous commencez à concevoir votre système électrique.

Étape 1 : Clarifiez votre besoin

À l’époque actuelle des gadgets, il est très tentant d’ajouter une amélioration supplémentaire, puis encore une autre, jusqu’à perdre de vue comment et pourquoi nous construisons un avion à l’origine. Pensez d’abord aux éléments les plus fondamentaux. À quoi votre avion sera-t-il destiné, dans quelles conditions météorologiques volerez-vous, et à quoi ressemblent les scénarios les plus défavorables ?

Le résultat de cette analyse détermine non seulement la manière dont vous câblerez votre système électrique, mais aussi les équipements avioniques et autres équipements que vous installerez dans l'avion. La plupart des avions de construction amateur sont utilisés pour des vols VFR de jour et de nuit. Si c'est votre cas, avez-vous réellement besoin de plusieurs bus électriques, de deux centrales Gyro, de deux radios et de redondances similaires ?

Au-delà des conditions de vol que vous prévoyez, il peut également y avoir d'autres éléments à prendre en compte. Par exemple, si vous prévoyez de voler souvent avec quelqu'un sur le siège droit qui est pilote ou qui s'intéresse au pilotage, alors un EFIS sur le côté droit du tableau d'instruments pourrait être appréciable. Cela n'a peut-être pas de sens comme solution de secours pour un vol VFR de jour, mais cela peut avoir du sens parce que vous souhaitez partager l'expérience avec quelqu'un assis à droite.


Un câblage propre et organisé est le résultat de beaucoup de planification.

Le choix de l'alternateur est un autre bon exemple. Dans quelle mesure votre moteur et vos équipements dépendent-ils de l'électricité ? Une perte de votre alternateur et un fonctionnement continu de courte durée sur batterie affecteraient-ils votre sécurité ? Si vous avez un moteur d'avion traditionnel et que vous prévoyez de faire principalement des vols locaux, alors un seul alternateur devrait suffire. Mais si vous prévoyez de faire des vols de voyage ou des vols IFR, il peut être judicieux d'ajouter un alternateur de secours. Faites votre propre analyse, mais je parierais que vous pouvez traverser le pays en VFR avec votre alternateur de secours, car l'avionique et les éclairages modernes consomment très peu d'énergie.

Vertical Power utilise un simple questionnaire lors des salons professionnels pour aider les clients potentiels à suivre ce processus de réflexion. Il apporte de la valeur parce que les gens peuvent maintenant voir les débuts d'une conception commencer à prendre forme sur le papier. Et si vous êtes à l'aise avec la direction que vous prenez, vous continuerez votre parcours. Oui, écrivez vos réflexions et vos lignes directrices de base, puis utilisez-les en permanence comme référence lorsque vous décidez comment équiper l'avion.

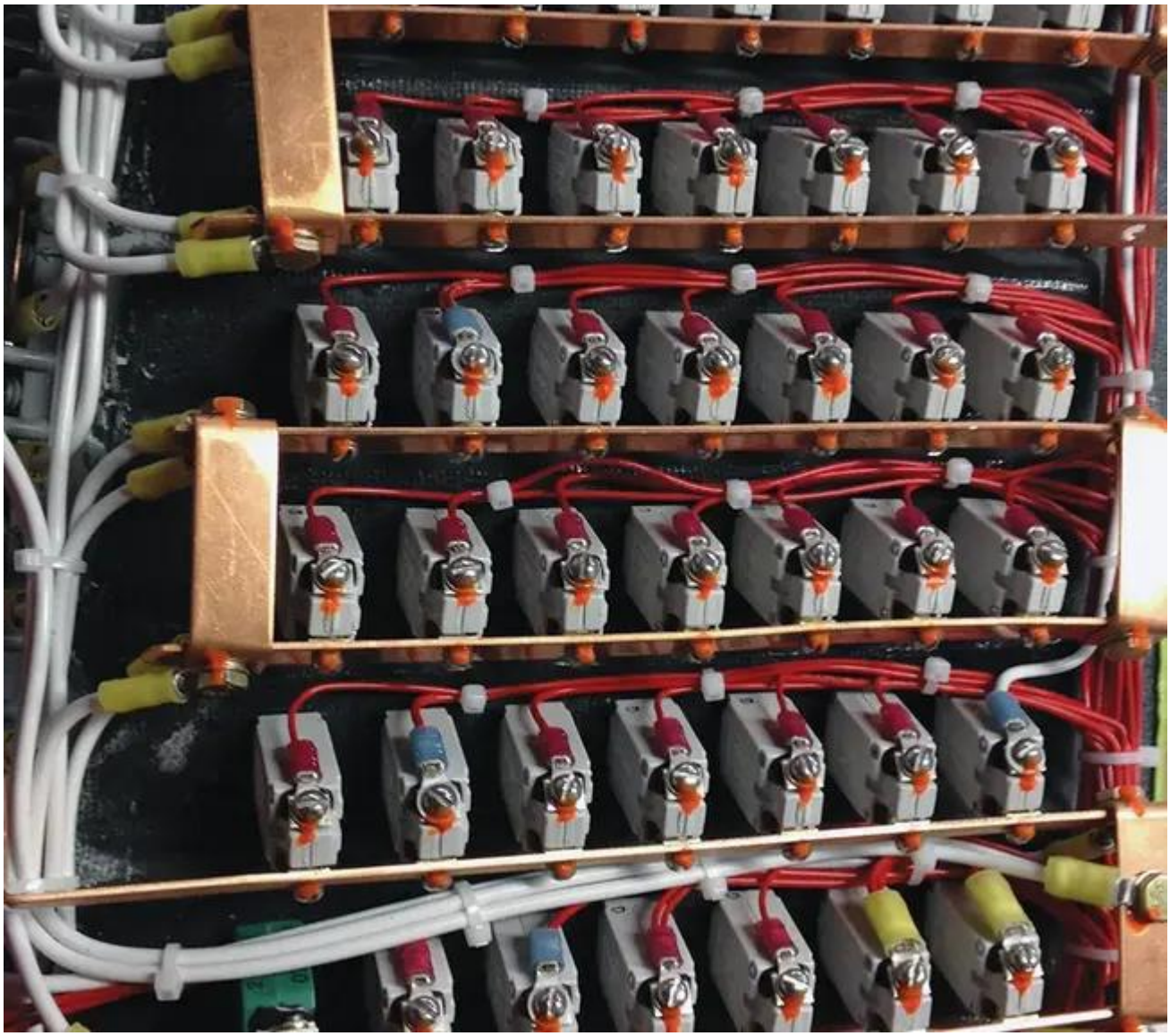
Si vous clarifiez votre besoin, en déterminant non seulement ce qu'il est, mais aussi ce qu'il n'est pas, vous serez prêt à passer à l'étape suivante.

Étape 2 : Consignez chaque détail sur papier

Il est surprenant de constater combien de constructeurs, après avoir utilisé de nombreuses pages de plans détaillés pour leurs cellules, utilisent à peine plus qu'une serviette en papier ou une simple feuille de papier pour dessiner leur système électrique.

Planifier et étudier votre conception, puis consigner chaque détail de cette conception sur un support papier avant d'acheter l'équipement et de faire passer les fils, vous apportera de grands bénéfices par la suite. Les documents seront utilisés pour les achats, le câblage réel, la configuration de l'avionique, le dépannage, les modifications futures, et ajouteront de la valeur à l'avion si vous décidez de le vendre. Je garde également un petit classeur de schémas dans l'avion, afin que, si quelque chose ne va pas lorsque je suis loin de chez moi, la documentation soit facilement disponible.

Que vous soyez plus à l'aise avec un crayon ou un ordinateur, gardez une trace de tout quelque part. Utilisez les outils qui fonctionnent le mieux pour vous, papier, PowerPoint, AutoCAD et/ou feuilles de calcul. Prenez des photos des détails électriques que vous rencontrez lors de rassemblements aériens ou en ligne. Posez des questions. Lisez les manuels d'installation, ce qui est particulièrement utile avant d'acheter un équipement, et la plupart des fabricants mettent leurs manuels gratuitement à disposition en ligne. Si un fabricant ne met pas ses manuels d'installation à disposition des constructeurs amateurs sur Internet, envisagez d'utiliser un autre fabricant.



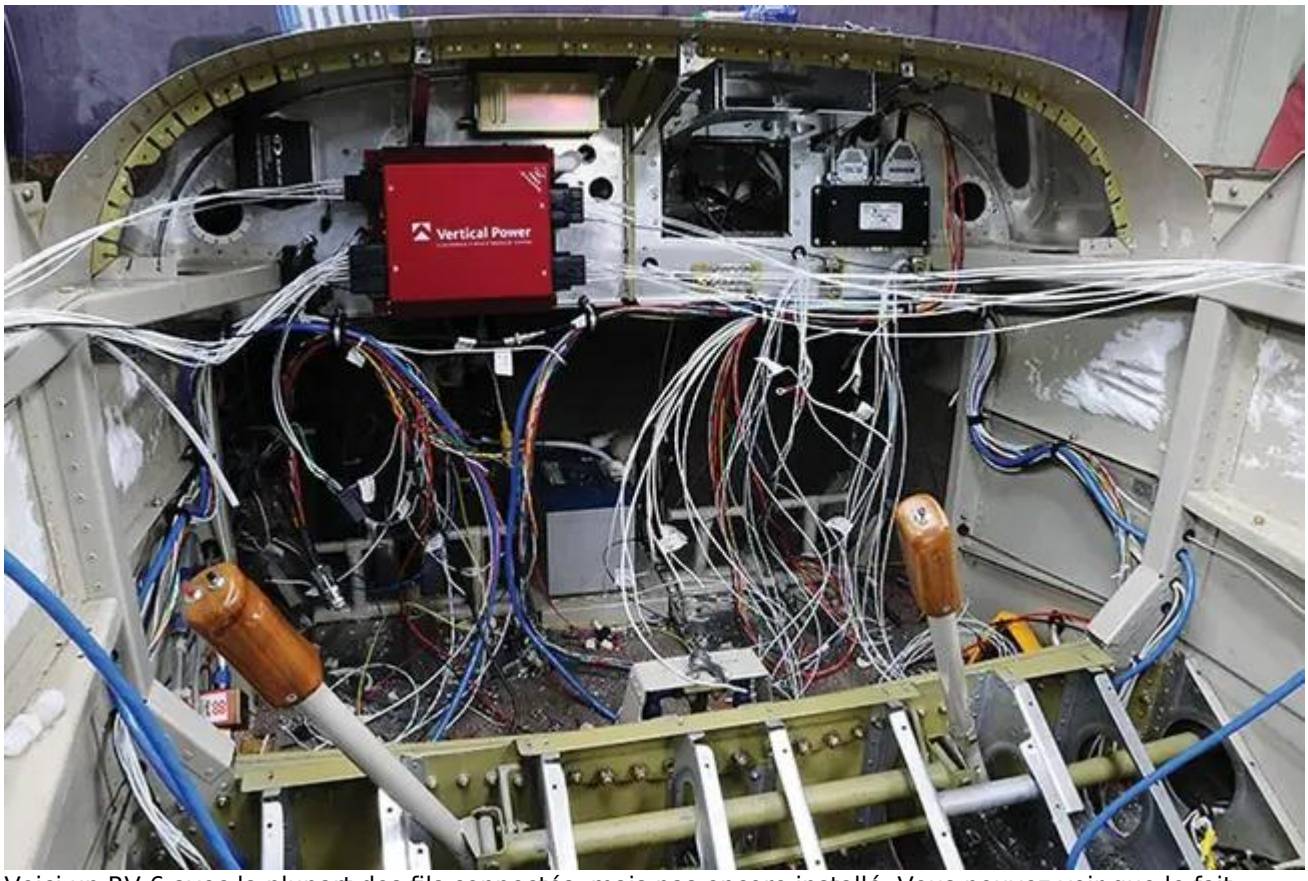
L'arrière du tableau de disjoncteurs doit être propre et organisé. Vous pouvez commencer à voir les résultats de toute cette planification.

Pour de nombreux constructeurs, alors que leur cellule et leur groupe motopropulseur sont des versions très proches de travaux réalisés par d'innombrables constructeurs avant eux, leur système électrique sera quelque peu unique. Même si vous suivez des pratiques reconnues pour votre conception, et même si cette conception est aussi « standard » que celle du constructeur suivant, vous découvrirez probablement que vous devez consacrer plus de temps à documenter les spécificités de votre système électrique que pour toute autre partie de l'avion.

Dessinez un contour de l'avion (vues de dessus et de côté, et autres si nécessaire) et indiquez l'emplacement prévu de chaque composant. Veillez à inclure chaque antenne, boîtier électronique, contacteur, fusible, moteur (compensateur et volets), pompe, capteur, servo de pilote automatique, feu, alternateur, batterie principale, batterie de secours, centrale Gyro, magnétomètre, sonde OAT, fusible ou système de disjoncteur électronique, shunt et autres composants. Cela représente vraiment beaucoup d'éléments. La seule façon de garder son calme face à cela est de traiter un élément à la fois.

Ensuite, vous pouvez dessiner un ensemble de schémas de câblage (ou un grand schéma) montrant comment les fils d'alimentation, de masse et de données se connectent entre les différents boîtiers. Notez que l'objectif de ce dessin est de montrer les interconnexions du câblage, plutôt que l'emplacement physique de chaque boîtier. Il s'agit simplement d'un dessin avec des lignes noires entre les différents boîtiers. Étiquetez les lignes comme données, alimentation ou quelque chose d'unique à cette installation.

Une fois que vous savez comment tout se connecte, vous pouvez dessiner des schémas détaillés de chaque sous-système. Ce niveau de détail inclut les types de fils, le détail du brochage, les identifiants des connecteurs et les points de masse du blindage. Par exemple, vous pouvez créer un dessin montrant uniquement le système de compensateur et un autre montrant uniquement le système des volets. Un autre peut montrer le câblage des ailes et les détails des connecteurs. Continuez à réaliser des dessins jusqu'à ce que tout soit décrit en détail.



Voici un RV-6 avec la plupart des fils connectés, mais pas encore installé. Vous pouvez voir que le fait d'avoir tout cela bien documenté, et les fils étiquetés, est le seul moyen de garder l'ensemble organisé. Souvenez-vous simplement : un fil à la fois.

Le même tableau dans le RV-6 avec tous les fils installés et en fonctionnement.

Note importante : les interconnexions de données entre tous les équipements avioniques du tableau d'instruments peuvent être très complexes. Une façon de gagner du temps et de réduire le risque d'erreur consiste à demander à un atelier d'avionique (en particulier un atelier spécialisé dans l'avionique de construction amateur) de précâbler et de tester le tableau pour vous. Généralement, un revendeur peut également fournir un schéma du câblage du tableau.

Au cours du processus, vous apprendrez beaucoup de choses sur vos systèmes. Le système gyroscopique possède-t-il un magnétomètre intégré ou est-il séparé ? Quelles sont les restrictions concernant le montage du capteur de débit de carburant ? L'EFIS possède-t-il sa propre batterie de secours intégrée ou devez-vous acheter une unité tierce ? Existe-t-il des considérations particulières pour le câblage des feux stroboscopiques ? Où va le câble de l'antenne de la radiobalise de repérage ? Ce processus vous incitera à discuter avec d'autres constructeurs, à lire le manuel d'installation de chaque composant et à vous familiariser non seulement avec les problèmes de montage, mais aussi avec le dimensionnement des fils et les besoins en protection des circuits. Pour moi, c'est une manière passionnante d'apprendre les systèmes beaucoup plus en profondeur qu'il n'a jamais été possible de le faire avec des avions construits en usine, et j'espère que vous ressentirez la même chose.

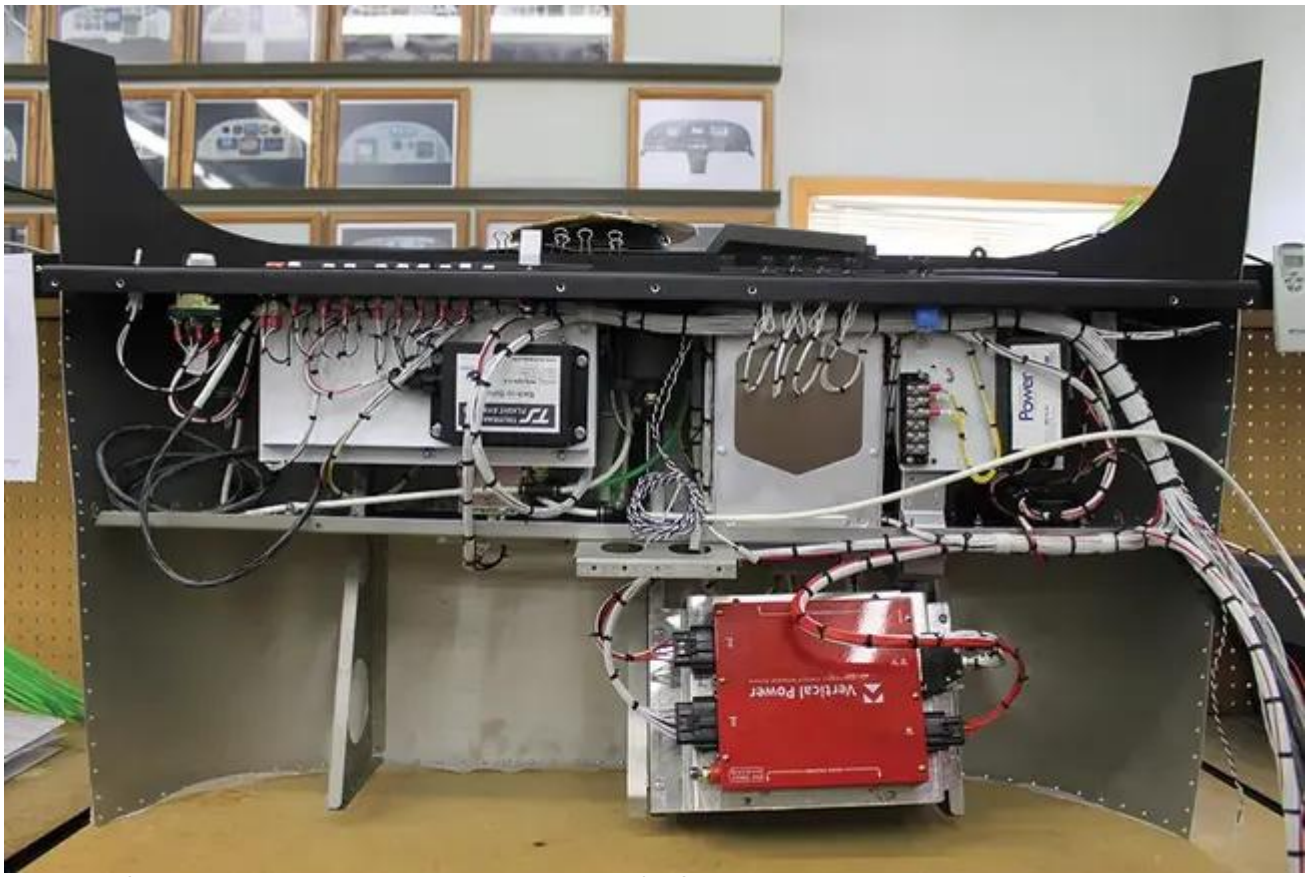
Cela semble représenter beaucoup de travail, mais après avoir aidé des centaines de clients avec de nombreuses conceptions différentes, j'ai appris qu'il est beaucoup plus facile d'effacer que de recâbler. C'est aussi beaucoup moins cher ! Peut-être que le meilleur résultat d'une conception détaillée sur papier est qu'elle vous encourage à suivre la maxime la plus importante :

Étape 3 : Gardez les choses simples

Comme règle de base, plus quelque chose est complexe, plus il est probable que cela tombe en panne. Pour une raison quelconque, alors que la plupart des avions de construction amateur sont construits comme des véhicules simples mais fiables, leurs constructeurs sont incités à ajouter chaque gadget électrique qu'ils peuvent trouver. En ajoutant davantage de relais, de bus, de borniers, de diodes, de fils et (soyons honnêtes) de jouets, vous ajoutez en réalité davantage de choses susceptibles de tomber en panne et davantage de choses qui rendent le dépannage plus difficile.

Peut-être pilotez-vous un avion de ligne pour votre travail et souhaitez-vous que votre RV-8 VFR de jour possède le même niveau de redondance que votre Boeing. Un tel plan devient le choix par défaut uniquement parce que

c’est ce à quoi vous êtes habitué. Mais est-ce vraiment nécessaire pour les vols que vous effectuez avec le RV-8 ? Votre RV-8 et votre 747 ne réalisent pas seulement des missions très différentes, ils ont également des équipes très différentes pour les construire et les entretenir.



Voici l’arrière d’un tableau d’instruments de RV-10 câblé par un professionnel. Si cela vous semble intimidant (et cela devrait être le cas), demandez à un revendeur d’avionique de s’occuper du câblage du tableau d’instruments et de vous fournir les schémas.

Le pire défaut d’une conception complexe est peut-être qu’elle ajoute en réalité du risque alors que son objectif est d’en réduire. Au fil des années, j’ai constaté une tendance chez certaines personnes à vouloir concevoir de manière excessive leur système électrique afin d’atténuer toutes les défaillances possibles. Il existe une idée fausse selon laquelle l’avion ne devrait avoir aucun point de défaillance unique. En réalité, le système doit être conçu de manière à ce que, si quelque chose tombe en panne, vous puissiez continuer à voler en toute sécurité dans les conditions que vous avez anticipées en fonction de votre mission. Par exemple, si vous analysez la possibilité d’une panne de l’EFIS principal, mais que vous effectuez uniquement des vols locaux VFR de jour, il est raisonnable de considérer que vous pourrez revenir à votre aérodrome de départ et atterrir en toute sécurité. Par conséquent, un EFIS de secours et une source d’alimentation de secours ne sont probablement pas nécessaires. En revanche, si vous concevez le système en prévoyant une éventuelle panne de l’EFIS dans des conditions IMC, il est raisonnable de concevoir un système avec un EFIS de secours et une source d’alimentation de secours pour réduire ce risque. Il n’est pas nécessaire que vos systèmes de secours remplissent toutes les fonctions de vos systèmes principaux.

La conception de vos systèmes de secours, si vous en avez réellement besoin, doit être soigneusement réduite afin de vous fournir l’ensemble minimal de fonctions nécessaires en cas de défaillance de l’un de vos systèmes principaux. Tout élément supplémentaire risque de rendre votre système de secours encombrant, difficile à entretenir et moins utile au moment où vous en aurez le plus besoin.

APPLIQUEZ PUIS … RECOMMENCEZ

Répétez ces étapes autant de fois que nécessaire. Après chaque itération, revenez à l’étape 1 et vérifiez si ce que vous avez fait correspond toujours à votre mission initiale. Si c’est le cas, félicitations ! Si ce n’est pas le cas, il est encore suffisamment tôt pour modifier les choses, car la conception est toujours sur papier. Laissez-la de côté pendant un moment et revenez-y lorsque votre esprit sera un peu plus clair. Votre conception a-t-elle

toujours du sens ?

Avant de vous lancer dans le câblage de votre avion, prenez en compte ces trois étapes. Le résultat final peut être un système électrique et un ensemble avionique qui répondent à vos besoins réels lorsque votre projet prendra son envol.