

PROTECTION DU CÂBLAGE ÉLECTRIQUE

Les disjoncteurs et fusibles de protection du câblage électrique.

Nous avons vu comment déterminer le bon calibre de fil à utiliser pour les différents systèmes électriques de votre avion de construction amateur. Nous avons également étudié la façon de connecter le fil aux différents systèmes à l'aide de connecteurs annulaires sertis. Nous allons examiner les disjoncteurs (y compris les fusibles).



Les fusibles et les disjoncteurs ne sont pas installés dans votre aéronef pour protéger les différents systèmes et composants, mais pour protéger le fil. La taille (le calibre) du dispositif de protection du circuit est déterminée par le calibre du fil. Le meilleur endroit où obtenir ces informations est un tableau imprimé au chapitre 11, section 4, de la *circulaire consultative 43.13-1B* de la Federal Aviation Administration (FAA). Je ne reproduirai pas le tableau entier ici, mais, pour les disjoncteurs :

- Un disjoncteur de 5 ampères protège un fil de calibre 22,
- Un disjoncteur de 10 ampères protège un fil de calibre 18,
- Un disjoncteur de 20 ampères protège un fil de calibre 14.

Lorsque des fusibles sont utilisés :

- Un fusible de 5 ampères protège un fil de calibre 22,
- Un fusible de 10 ampères protège un fil de calibre 18,
- Un fusible de 15 ampères protège un fil de calibre 14.

Le calibre du fil et le calibre du disjoncteur ou du fusible sont différents parce qu'ils ont des caractéristiques de fusion différentes.

DISJONCTEURS OU FUSIBLES ?

Examinons les avantages et les inconvénients des disjoncteurs et des fusibles.

TABLEAU 11-3, tableau des fils DC et des dispositifs de protection de circuit.

Calibre AN du fil de cuivre	Ampères du disjoncteur	Ampères fusible
22	5	5
20	7.5	5
18	10	10
16	15	10
14	20	15
12	30	20
10	40	30
8	50	50
6	80	70
4	100	70
2	125	100
1		150
0		150

Base du tableau :

(1) Faisceaux de fils dans une température ambiante de 135 °F et à des altitudes allant jusqu'à 30000'.

(2) Faisceaux de 15 fils ou plus, les fils transportant au maximum 20 pour cent de la capacité totale de transport de courant du faisceau, telle qu'indiquée dans la spécification MIL-W-5088 (ASG).

(3) Protections dans une température ambiante de 75 à 85 °F.

(4) Fil de cuivre, spécification MIL-VW-50388.

(5) Disjoncteurs conformes à la spécification MIL-C-5809 ou équivalente.

(6) Fusibles conformes à la spécification MIL-F-15160 ou équivalente.

Ce tableau, tiré de l'AC 43.13-1B, montre comment la taille (le calibre) du dispositif de protection du circuit est déterminée par la taille du fil.

Les disjoncteurs sont modernes, réarmables et soignés dans une installation, mais ils sont nettement plus coûteux que les fusibles. Les prix des disjoncteurs vont de 80 à 100 \$ pour la série Klaxon 7271, de 15 à 20 \$ pour la série Klaxon 7277, et de 25 à 30 \$ pour la série W23 de Potter and Brumfield.

Tous ces modèles peuvent être déclenchés manuellement en tirant sur la tige du disjoncteur. Des versions moins coûteuses sont disponibles sans cette fonction, pour aussi peu que 5 \$. Il existe également des disjoncteurs combinés interrupteur/disjoncteur qui coûtent environ 25 \$, ainsi que des disjoncteurs à bascule qui coûtent de 25 à 40 \$.

D'un autre côté, vous pouvez acheter des porte-fusibles pour 1,85 \$ et presque tous les fusibles dont vous avez besoin pour moins de 50 cents chacun. Vous pouvez donc probablement vous en tirer avec des fusibles pour un prix équivalant à environ la moitié ou au dixième de celui des disjoncteurs.

Cependant, la Federal Aviation Regulation (FAR), partie 23.1357, Normes de navigabilité, indique que si vous avez des fusibles, vous devez emporter un fusible de rechange pour chaque calibre ou 50 pour cent de fusibles de rechange de chaque calibre, selon la quantité la plus élevée, et que les fusibles de rechange doivent être facilement accessibles en vol (nous en reparlerons plus tard).

J'ai constaté que la façon la plus facile de fournir ces fusibles supplémentaires est de monter des porte-fusibles supplémentaires dans le groupe avec les fusibles requis et de les étiqueter « spare » avec le calibre en ampères du fusible de rechange correct qui doit se trouver à l'intérieur. C'est plus soigné que d'avoir simplement un sac plein de fusibles de rechange dans la boîte à gants.



L'installation la plus soignée implique une barre omnibus interconnectant tous les disjoncteurs d'une rangée, permettant une distribution électrique uniforme.



A view of the switch/circuit breakers from the front of the panel.

Quel que soit votre choix, la plupart des disjoncteurs et des fusibles se montent par leur col à travers un trou dans le tableau de bord. Ce trou se découpe le plus facilement avec un foret « étagé » ou un Unibit. N'essayez pas de percer le trou final avec un foret hélicoïdal. Invariablement, le trou deviendra un ovale à trois côtés. Cependant, les forets étagés sont notoirement mauvais pour commencer avec précision (ils dévient du centre), donc découpez les trous soit sur une perceuse à colonne rigide, soit faites un avant-trou avec un foret no 30 pour que tout soit centré et aligné avant d'aléser avec le foret étagé.

Un dernier point concernant les disjoncteurs : différentes marques, et même différents modèles au sein d'une même marque, auront des dimensions différentes derrière le tableau. L'installation la plus soignée aura tous les éléments identiques, et toutes les bornes seront alignées, ce qui permettra de distribuer l'alimentation électrique aux disjoncteurs au moyen d'une barre omnibus qui interconnectera tous les disjoncteurs d'une rangée.

Pour la propreté, nous alignons généralement tous les fusibles ou disjoncteurs en une rangée ou en plusieurs rangées. Une barre omnibus nous permet d'alimenter tous les disjoncteurs d'une rangée avec une barre métallique soignée dont les dimensions de section sont à peu près les mêmes que la section du fil qui alimente la barre omnibus depuis l'alternateur.

Vous pouvez acheter des barres en laiton préfabriquées chez Aircraft Spruce & Specialty, ou fabriquer les vôtres en laiton, en cuivre ou, avec un dimensionnement approprié, en aluminium. Traditionnellement, les sorties de la batterie et de l'alternateur/de la génératrice sont toutes deux connectées au système électrique au niveau de la barre omnibus. L'autre possibilité consiste à interconnecter les disjoncteurs/fusibles avec de nombreuses petites boucles de fil du bon calibre munies de connecteurs annulaires sertis. Cela tend à être désordonné et un peu fastidieux.

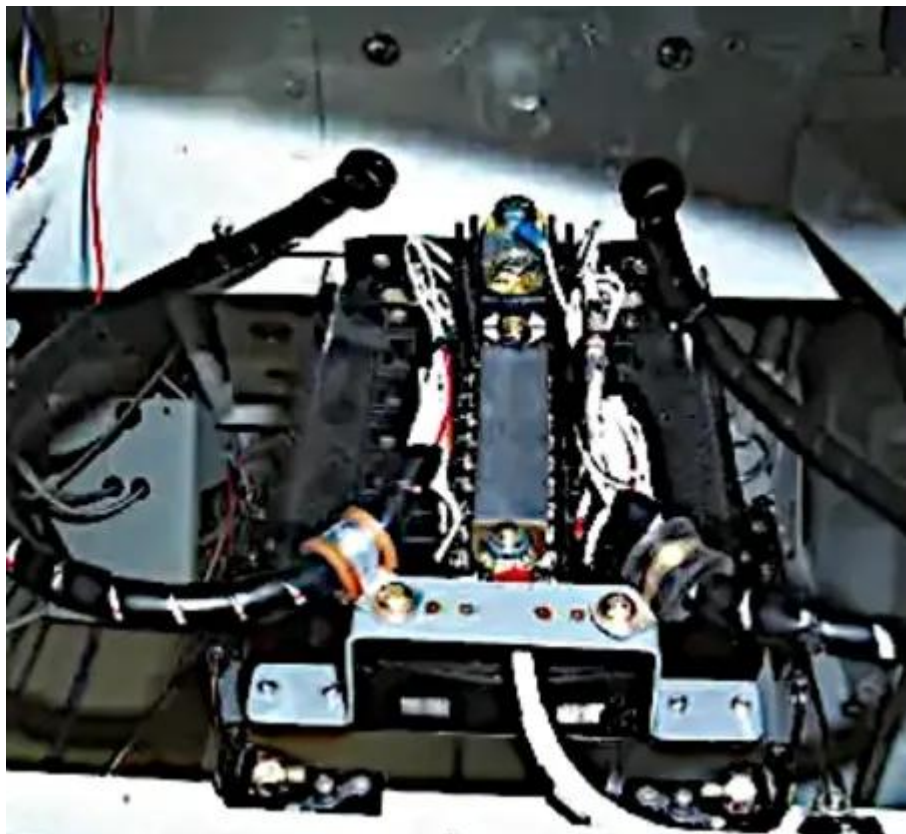
Depuis le disjoncteur/fusible, le câblage va vers un interrupteur, si nécessaire, puis vers le composant.

COMBIEN DE FUSIBLES DE RECHANGE VOUS FAUT-IL ?

Quelles sont les règles concernant l'accessibilité des fusibles et des disjoncteurs depuis le cockpit ? J'ai précédemment fait référence à la FAR, partie 23.1357, qui indique que vous devez emporter des fusibles de rechange. Tout d'abord, en tant que constructeur amateur, vous n'avez pas à suivre la plupart des dispositions de la partie 23, mais vous prenez un léger risque que l'inspecteur juge votre avion dangereux si vous vous écarter de manière importante des pratiques de la partie 23.



La face avant d'un panneau de fusibles avec le couvercle retiré.



La face arrière du tableau de fusibles



Si la possibilité de réarmer un disjoncteur ou de remplacer un fusible est essentielle à la sécurité en vol, alors le disjoncteur ou le fusible doit être situé et identifié de façon à pouvoir être facilement réarmé ou remplacé en vol, comme illustré ci-dessus.

Cela dit, si vous choisissez de suivre la Part 23, ce qu'elle dit réellement, c'est que si la possibilité de réarmer le disjoncteur ou de remplacer un fusible est essentielle à la sécurité en vol, ce disjoncteur ou ce fusible doit être situé et identifié de manière à pouvoir être facilement réarmé ou remplacé en vol. Elle précise ensuite que, pour les fusibles, il doit y avoir un fusible de rechange pour chaque calibre ou 50 pour cent de fusibles de rechange de chaque calibre, selon la quantité la plus élevée, et que les fusibles de rechange doivent être facilement accessibles en vol.

Vous, en tant que constructeur, devez alors déterminer quels dispositifs de protection de circuit sont « essentiels à la sécurité en vol » et vous assurer que ces fusibles/disjoncteurs sont accessibles et que des fusibles de rechange sont disponibles et également accessibles. Encore une fois, cela vaut si vous choisissez de suivre la Part 23.1357.

Il existe cependant une autre FAR, la Part 91.205 (c)(6), qui indique que si vous voulez voler de nuit, vous devez avoir un jeu de fusibles de rechange ou trois fusibles de rechange de chaque type requis, accessibles au pilote en vol (et pas seulement ceux qui sont « essentiels au vol », comme indiqué dans la Part 23.1357).

Notez que, plus loin dans la Part 91.205, il est indiqué que si vous voulez voler selon les règles de vol aux instruments (IFR), vous devez également satisfaire à toutes les exigences des règles de vol à vue (VFR), de jour et de nuit. Donc, si vous allez voler uniquement en VFR de jour, vous n'avez pas besoin d'emporter des fusibles de rechange, mais pour les vols de nuit ou IFR, vous devez en avoir.

À propos, les critères de nuit et IFR de la Part 91.205 seront invoqués par les limitations de navigabilité

annexées à votre certificat spécial de navigabilité.

Il existe ici une autre option. Vous pouvez concevoir votre système électrique avec suffisamment de secours en utilisant un système à plusieurs niveaux de barres omnibus prioritaires, de sorte qu'en cas de défaillance d'une partie du système électrique, vous puissiez passer à l'alimentation d'une autre barre omnibus qui contient les éléments essentiels au vol.

C'est courant sur les grands avions commerciaux et militaires, qui ont des barres omnibus normales, des barres omnibus de liaison, des barres omnibus essentielles et/ou des barres omnibus de batterie, et les pilotes peuvent délester les équipements non essentiels et maintenir l'alimentation des éléments essentiels au vol. Cela dit, presque tout ce que j'ai piloté avait tous les fusibles et/ou disjoncteurs accessibles au pilote. D'un autre côté, on peut faire valoir qu'en situation d'urgence, vous voudrez une solution simple pour maintenir les systèmes essentiels, afin de pouvoir vous concentrer sur le pilotage de l'avion.

C'est particulièrement important si vous avez un avion entièrement électrique (sans système à dépression) et un allumage électronique. Si vous avez une panne électrique complète, tout devient très silencieux. Dans un tel avion, vous voudrez certainement avoir un système de secours pour l'allumage électronique et probablement pour vos gyroscopes de vol. Souvent, la façon la plus facile d'y parvenir est d'avoir un deuxième système de génération électrique.

Il existe quelques options, comme un petit alternateur qui se monte sur l'entraînement de la pompe à vide, pour fournir un deuxième système électrique à un avion monomoteur. Ce deuxième système peut être configuré pour reprendre la charge essentielle au vol en basculant un seul interrupteur. On peut faire valoir qu'un tel système redondant rendrait inutiles des disjoncteurs ou fusibles accessibles. Si vous souhaitez poursuivre une telle conception, et en particulier si vous avez un cockpit entièrement électrique ou un allumage électronique, je vous recommande vivement de consulter le site www.AeroElectric.com et d'accéder aux informations qu'il fournit sur ce sujet. Il propose des conceptions de circuits redondants qui réduisent au minimum la nécessité de réarmer des disjoncteurs ou de remplacer des fusibles en vol.

Une dernière réflexion à ce sujet : au cours des quelque 3 000 heures de vol que j'ai effectuées en aviation générale, les pannes électriques que j'ai connues et qui impliquaient un disjoncteur ou un fusible déclenché ont eu lieu dans le circuit de production électrique, causées par la génératrice ou le régulateur de tension. Chacune de ces pannes, si elle n'avait pas été détectée, aurait entraîné une perte totale de l'alimentation électrique. Je vous recommande vivement d'installer une sorte de système d'avertissement de tension haute/basse et de placer le voyant d'avertissement directement dans votre champ de vision. Ce type de panne, s'il est détecté tôt, lorsque la batterie n'est pas déchargée, peut généralement être très bien surmonté.

Si le premier signe d'un problème est le moment où le contrôle aérien ne reçoit plus votre transpondeur, où les gyroscopes électriques commencent à s'incliner et où vous ne pouvez plus émettre, vous avez une urgence.