الشامل في كهرباء الطائرات اللاسلكية

الكاتب : الصديق مختاري **السن:** 19 سنة

من: المغرب

مدينة : القنيطرة

البريد الالكتروني : danger-storm@live.fr

© 2013/2012

مقدمة

هدا الدليل موجه لهواة ال rc لتبسيط المفاهيم و القواعد حول اختيار المركبات اللازمة , وجمع مركبات النظام الكهربائي المناسب لطائرتك . هدا الدليل هو مدخل لفهم القواعد و المعايير المستخدمة في اختيار نظامك الكهربائي .

الحمولة القصوى للاجنحة و نقطة سرعة السقوط .(wing loading and stall speed)

الحمولة القصوى للطائرة هي خارج قسمة وزن الطائرة على مساحة الأجنحة .ولها علاقة مباشرة مع نسبة قوة رفع الطائرة و وزنها الذي يأثر على : نسبة صعودها في الجو , قدرة تحملها للوزن , وقدرتها على الدوران أثناء الطيران .

فالكثير من الهواة يحاولون ما أمكن أن يصمموا تصميما خفيفا قدر الإمكان . لان الطائرة التي تملك "الحمولة القصوى للأجنحة " أصغر و أقل ستكون أسهل في الطيران, ولديها أيضا "نقطة سرعة السقوط " صغيرة . عند دوران حاد للطائرة تكون عرضة أكثر لقوة الجاذبية ,الشيء الذي يزيد في وزن الطائرة أثناء الطيران ,نفس الشيء الذي يحدث عند ادراتك لقضيب معلق به وزن في مؤخرته بحيث يصبح أثقل أثناء الدوران .

"الحمولة القصوى للأجنحة" التي تكون أكبر تكون لديها "نقطة سرعة السقوط" كبيرة (يعني الطائرة يلزمها سرعة أكبر للبقاء في الجو). شيء أخر الذي يمكن أن يؤثر على "نقطة سرعة سقوط الطائرة" وهي شكل الايرفويل وأبعاد الجناح .فالطريقة الوحيدة لجعل طائرة ثقيلة لها نسبة "الحمولة القصوية للأجنحة " أخف

وهي الزيادة في حجم الأجنحة .ادن فان الطائرة بنسبة "الحمولة القصوية للأجنحة " أكبر ,لديها "نقطة سرعة السقوط " أكبر والتي ستصبح أكبر عند دوران الطائرة لأنه كما ذكرنا سيصبح وزن الطائرة أكبر ودلك بفعل قوة الجاذبية.

حتى إننا عندما نريد إنزال طائراتنا على المدرج نقوم بإنزالها أكبر بقليل من سرعة نقطة السقوط ومنه نستنتج أن الطائرة دات "الحمولة القصوية للأجنحة" كبيرة تحتاج لسرعة هبوط أكبر.الشيء الذي يميز بعض الطيارين في إنزال طائراتهم الكبيرة باحترافية .

الحمولة القصوى للأجنحة هي عادة تحسب على شكل oz/ft^2....أوgr/dm^2 , ويمكن حسابها بواسطة الات حاسبة على النت مثل هدا الموقع .

http://www.csd.net/%7Ecgadd/eflight/calcs_wingload.htm

التوتر (الفولت volt) , الشدة (الأمبير amp) , القدرة الكهربائية (الواط watt)

المصطلحات الأكثر أهمية التي يجب عليك معرفتها أثناء اختيارك للقطع الالكترونية لطائرتك الكهربائية هي الفولت (volt) و الشدة (amp), والقدرة الكهربائية(watt).

والعلاقة بين المصطلحات الثلاثة هي :

القدرة الكهربائية (w) = الشدة (A) * الفولت (V)

فشكل وفعالية الموتور و الحمل المفروض عليه بواسطة المروحة,. يؤثران على الشدة (A) و الفولت (V) .والفكرة هي اختيار محرك , سبيد كنترول , بطارية و مروحة الدين سيجعلون الطائرة تطير بهدوء وثبات.وكل هدا سيأتي بالتفصيل في المحاور التالية .

اختيار المحرك

القدرة الكهربائية القصوية , وزن المحرك , أبعاده :

الأمر الأكثر أهمية الدي يجب أخده في الحسبان أثناء اختيارك للمحرك هو الوزن و أبعاد المحرك . قد نتفق جميعا مثلا أنه اختيار محرك ثقيل في مقدمة الطائرة من أجل موازنة الطائرة وضبط مركز الجادبية قد يكون أمرا غير مرغوب فيه . فوزن المحرك يجب اختياره بعلاقة مع موضع مركز الجادبية بطائرتك , وأيضا أبعاد المحرك جد مهمة بحيث يجب عليك اختيار أبعاد محرك الدي سيلائم طائرتك.

تريد أن يكون أداء طائرتك جيد و ملائم .فبالنسبة لطائرات ال 3d تحتاج لقوة دفع أكبر للطيران و الاقلاع , أما الطائرات دات الجناحين biplane تحتاج قوة دفع أقل ودلك حسب نوع الطائرة التي قد صممتها . فالقائمة أسفله تعطينا فكرة عن عدد الواط الدي يحتاجه الموتور لرفع 1 باوند . وتدكروا أنه ادا تم اجهاد الموتور للوصول الى قوة واط أكثر من القادرة أن يعطيها ,القانون أسفله لن يصبح مطبقا ,لأن القدرة الكهربائية المعطاة للموتور أنا داك ستحول الى حرارة .وبالتالي ضياع الطاقة .

لكل باوند/70-90 watts	بالنسبة للطائرات التدريبية و الخفيفة .
لكل باوند/100-90watts	بالنسبة للطائرات الرياضية و السريعة.
لكل باوند/130-110watts	للطائرات الأكروبات السريعة .
لكل باوند/200-130watts	لطائرات ال 3d المتطورة

(الباوند = 453 كرام)

مثال :

عندنا طائرة تدريبية تزن 1000 كرام نريد اختيار الموتور . كيف ؟

الاجابة :

في الجدول أعلاه بالنسبة للطائرات التدريبية يلزم ما بين 70 و 90 واط لكل باوند أي لكل 453 كرام (الباوند = 453 كرام) .
نأخذ قيمة متوسطة بين 90 و 70 واط مثلا 80 واط .
ونعمل العلاقة الثلاثية

- **453 كرام <<<-------< 80**

كرام 1000 <<<-------< X

بحيث x عدد الواط اللازمة أن تكون في محركنا لرفع التدريبية التي تزن 1000 كرام .
باستخدام علاقة الطرفين في الوسطين نجد أن :

X= 80 * 1000/453 = 176 watt

ادن يجب علينا تركيب على الطائرة محرك بقوة 176 واط . وهو المحرك اللازم لطائرتنا التدريبية التي تزن 1 كيلوغرام .

أنواع المواتير (Inrunner وoutrunner)

أيهما نختار لطائرتنا Inrunner أو outrunner ؟

الان لديك فكرة حول الوزن والقوة اللازمة لمحرك طائرتك , فاي نوع من المحركات أحسن Inrunner أو outrunner ؟

الاثنان لديهما جانبهما الاجابي و السلبي .

Inrunners

محركات Inrunners لديها قطع المغناطيس مثبث في داخل الهيكل الخارجي للمحرك (جزء ثابت) ويقوم المحور بوسط المحرك الملفوف بالنحاس بالدورا ن على هدا المحور .فمحركات Inrunners لديها دوران جد سريع لكن عزمها يبقى ضعيفا . ولكن سرعة الدوران الكبيرة يمكننا أن نحوولها الى عزم ودلك باستخدام الجير بوكس أو gearbox وهي عبارة عن عجلات مسننة .

محركات ال Inrunners تعتبر محركات قوية و فعالة الا أنها تحتاج للجيربوكس لتدوير مراوح كبيرة نسبيا.بحيث تنتج عدد دورات بالدقيقة بشكل كبير لكل فولت مقارنة مع محركات ال outrunner.

عدد دورات المحرك في الدقيقة يسمى بال rpm .

بالنسبة للطائرات الصغيرة يكمن استعمال محركات ال Inrunners بدون جير بوكس .

ولكن تبقى القوة والفعالية الأكير بالنسبة لهدا النوع من المحركات هو استعمالها مع الجير بوكس .

Outrunners

محركات ال Outrunners لديها المحور الملفوف بالنحاس في الداخل ويعتبر هدا الجزء تابثا لا يتحرك ,وصحن معلق على هدا المحور بحيث يحتوي على قطع مغناطيس متبث بداخله (الصحن هو الجزء الدوار).

عموما , محركات Outrunners تنتج rpm ضعيفة و قوة عزم كبيرة خلافا لمحركات ال Inrunners ويرجع هدا الاختلاف الى الطريقة التي يصنع بها كلا المحركين .

وهدا ما يسمح لمحركات ال Outrunners بتدوير مروحات كبيرة نسبيا بدون الحاجة للجيربوكس .

Kv

ال kv هو ببساطة عدد دورات المحرك في الدقيقة بالنسبة لكل فولت , يعني (rpm) لكل فولت .ووحدته rpm/v.

kv= rpm/volts أو Rpm = kv * volts

يرتبط عدد ال kv في المحرك أساسا بعدد لفات النحاس التي لف بها المحرك . بحيث :

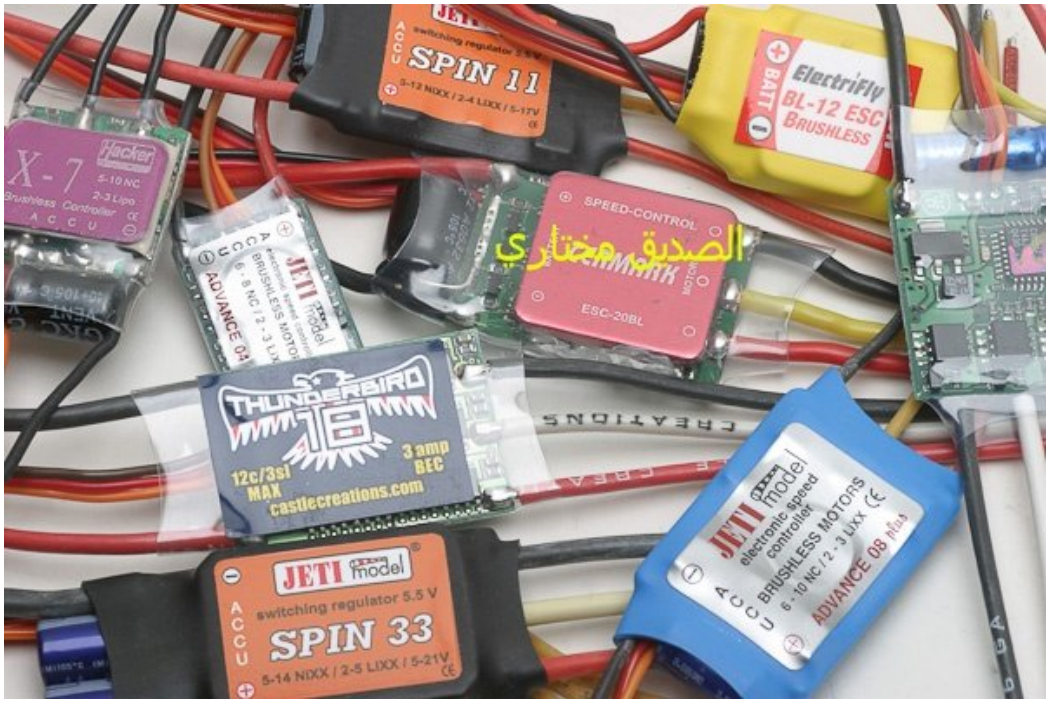
زيادة في عدد اللفات = kv أصغر .	عدد اللفات أقل = kv كبيرة .

المحرك ذو ال kv المرتفعة سيقوم بدوران أسرع من المحرك الدي لديه ال kv أقل في نفس الفولت . وهدا يعني انه يمكنك استعمال kv كبيرة اذا كان الفولت المستعمل ضعيف , ودلك للحصول على دوران أسرع .

أما اذا كنت تستعمل بطارية بها قيمة الفولت كبيرة فيكفيك أن تختار kv ضعيفة للحصول على rpm كبيرة .

وتأكد دائما من عدم استعمال فولت أكثر من الفولت الاقصى الدي يطلبه المحرك .

السبيد كنترول أو esc .



السبيد كنترول هو جهاز بالنظام الكهربائي بالطائرة يتحكم في سرعة دوران المحرك , ودلك بواسطة تلقيه إشارات من الريسيفر .

هناك نوعان رئيسيان من السبيد كنترول, الأول هو السبيد كنترول الخاص بمحركات البرشلس(brushless) و الثاني هو السبيد كنترول الخاص محركات البرشت (brushed).لايمكنك استعمال سبيد كنترول محرك البرشلس لمحرك البرشت ونفس الشيء بالنسبة لسبيد كنترول البرشت .

أول يشيء يجب أخده بعين الاعتبار عند اختيارك لسبيد كنترول ,هو مقارنته مع محركك. هل يمكنه تحمل الشدة القصوية للأمبير الدي يطلبه المحرك للوصول لقوته القصوية . بحيث عند شرائك لسبيد كنترول سترى انه مكتوب على معلوماته" burst" وهده القيمة المعطاة هي التي تحدد الامبير الأقصى الدي يكمن للسبيد كنترول الاشتغال عليه . فادا تم تجاوز هد القيمة سيؤدي دلك الى تلف أحد مركبا النظام الكهربائي بالطائرة .والكثير من الهواة يفضلون استعمال سبيد كنترول قادر على تحمل أكثر من 10 % الى 20 % من قيمة الأمبير القصوية المخصصة لهدا للمحرك.

ادن يلزمك جهاز ميلتي متر أو multi-meter لقياس كل من نسبة الامبير و الفولت الدي يولده نظامك الكهربائي و دلك لتفادي تلف أحد هده المركبات .

Bec

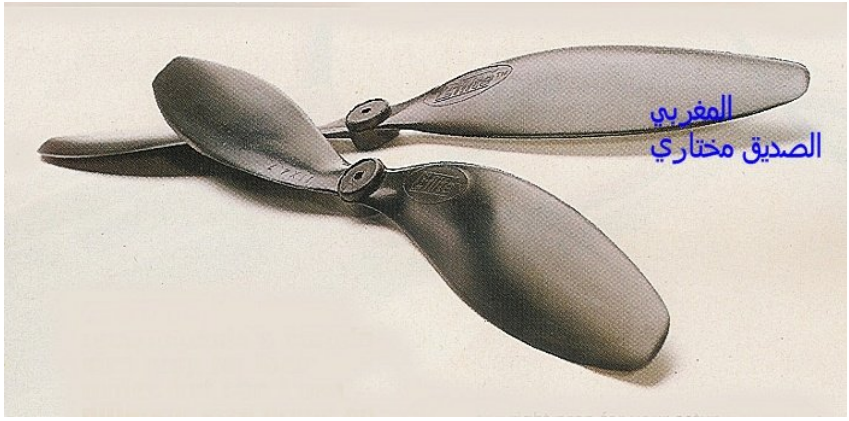
ما هو ال bec ؟ ال bec هو جهاز يغني الريسيفر عن استعمال بطارية أخرى , بحيث أنه بواسطة ال bec يمكننا استعمال بطارية واحدة تغدي المحرك و تغدي الريسيفر الدي يغدي بدوره السيرفوات . عوضا عن استعمال بطاريتين واحدة للريسيفر وواحدة للمحرك .

الكثيرمن السبيد كنترولات تحتوي على دائرة ال bec مبينة بداخلها ويغنينا دلك عن شراء bec لوحده . بحيث يمكنها تشغيل عدد محدد من السيرفوات في قيمة فولت معطاة . استعمال الكثيرمن السيرفوات يؤدي الى ارتفاع درجة حرارة الbec مما قد يؤدي الى تلفه ...وسيكون الأمر كارثيا ادا وقع هدا أثناء الطيران .

اذن فكيف يمكننا استعمال عدد أكبر من السيرفوات بدون إتلاف الbec المتواجد بالسبيد كنترول ؟

يمكننا تشغيل عدد اكبر من السيرفوات بشراء bec معزول عن السبيد كنترول .

اختيار المروحة prop selection



المروحة هي الجزء التي تضع حملا على النظام الكهربائي .باختيار المروحة الخطأ يمكننا اتلاف المحرك أو السبيد كنترول أو البطارية , يجب عليك تخيل أن المروحة مثل العجلات في السيارة . بعض المراوح تعتبر مثل العجلات الأمامية بحيث يقوم المحرك بتدويرها ب rpm كبيرة للحصول على طيران بطيء . فادا كنت تقود سيارة دات دفع رباعي ,ستعلم أنها بامكانها الصعود على هضبة بسرعة أبطأ بدون اجهاد المحرك على دلك .

ويمكنك مقارنة هدا المثال بالنسبة لطائرات ال 3d التي تتخد القوة أكثر أهمية من السرعة .

ومن جهة أخرى يمكن أن تريد أن تكون الطائرة سريعة .في هده الحالة يجب اختيار مروحة التي قد تؤدي عملا مثل السيارات دات الدفع الأمامي فقط .بحيث لا يمكنها صعود التلال و الهضبات في سرعة بطيئة ,ولكن عند زيادتها في السرعة يكنها فعل دلك .

ادا كانت لدينا مثلا مروحة مكتوب عليها 10X4 في هده الحالة لدينا مروحة بقطر 10 و pitch يساوي 4 (سنتطرق لل pitch فيما بعد) . مروحة 10X4 ستعطينا قوة دفع كبيرة في سرعة دوران ابطأ مثل سيارة الدفع الرباعي . ادا اخترت مروحة 10X7 سنحصل على سرعة دوران سريعة ولكن مدة الاقلاع التي ستقلع فيها الطائرة ستكون أطول ودلك راجع لنقص في قوة الدفع (مثل سيارة الدفع الأمامي التي يلزمها سرعة كبيرة للصعود على التل أو الهضبة).

للتذكير : فزيادة الضغط بواسطة تركيب المروحة الخطأ على المحرك يؤدي إلى سلب كمية أكبر من الأمبير للمحرك من النظام مما قد يؤدي إلى إتلاف أحد مركباته .

Pitch

ال pitch ببساطة هي زاوية التواء المروحة , ويمكننا تشبيه دلك بايرفويل الجناح , فكلما كان لدى الجناح زاوية هجوم كبيرة, كلما زادت قوة الرفع ....فنفس الشيء يحدث مع المروحة , فكلما كانت لديها pitch أي زاوية التواء كبيرة كلما دفعت هواء أكبر .

بطارية الليبوا lipo battery

البطارية هي المصدر الأساسي لتغذية النظام بالطائرة الكهربائية .

تتميز كل بطارية الليبو بالخصائص التالية :

+ عدد الفولت .(volts)

+عدد الأمبير .(amps)

+ تابثة (c).

+ عدد الخلايا .(number of cells)

تابثة (c) و الامبير

تعبر تابثة c المكتوبة في البطاريات عن كمية الأمبير القصوية التي يمكن سحبها بأمان من البطارية بدون اتلافها . بحيث كلما أردت الحفاظ على بطاريتك تسحب دائما قيمة أقل من كمية الأمبير القصوية التي يكمن للبطارية إعطاؤها .

فمثلا البطارية المكتوب عليها c20 و 1200mah تعطي كمية أمبير قصوية تعادل 1000/ (20 *1200)

والتي تساوي 24 أمبير , يعني أن هده البطارية قادرة على اعطاء 24 أمبير كحد أقصى لها, وادا سحبنا أكثر من 24 أمبير من هده البطارية ,سيؤدي دلك الى تلفها .

مثال اخر :

لدينا بطارية ذات الخصائص التالية : 30 c و 1000 mah... فلنحسب كمية الأمبير القصوية التي يمكننا سحبها من هده البطارية

(30 C *1000 mah)/1000 = 30 A

ادن هده البطارية قادرة على إعطاء 30 أمبير كحد أقصى لها .

خاتمة + تمارين

بعد تعرفنا على أنواع المحركات المستعملة بالطائرات اللاسلكية والسبيد كنترول ونظام تزويد الطاقة (البطارية) وجميع خصائصها , فقد تكون أصبحت لدينا فكرة الان عن كيفية اختيار النظام الكهربائي بالطائرة.

بالنسبة للريموت كنترول و الريسيفر لا تحتاج لأي حسابات....نظرا لأنه قد يكون بعض القراء قد وجدوا صعوبة في الفهم سوف نتطرق الى التطبيق على وجه الواقع و دلك باختيار طائرة معينة ومن ثم نحدد مركباتها الالكترونية انطلاقا مما درسناه سابقا .

التمرين الاول :

بعد أن صممنا طائرة الاكسترا والتي تعتبر طائرة من النوع الأكروبات , سنحاول تحديد مواصفات قطعها الكهربائية . اتباعا للخطوات التالية :

الخطوة الاولى :

نزن الوزن الصافي للطائرة و نضيف عليه الوزن المتوقع لكل من السيرفوات والريسيفر والبيد كنترول ... بالنسبة لاضافة وزن هده المركبات تكون افتراضية و دلك حسب تلك المستعملة حاليا في الاسواق.

المركب	مجموع الوزن
في حالة وجدنا الوزن الصافي يساوي 400 كرام .	400 كرام
بطارية الليبوا 135 كرام	135 كرام
سنقوم باختيار 3 سيرفوات 9 كرام	27 كرام
ريسيفر 35 كرام .	35 كرام
سبيد كنترول 50 كرام	50 كرام
المجموع	647 كرام

بعد أن وجدنا أن وزن الطائرة النهائي يساوي 647 كرام سنحدد المحرك اللازم لرفع هده الطائرة .

يما أننا درسنا من قبل أنه لرفع الطائرات الصغيرة والخفيفة نحتاج ما بين 70 و 90 واط لكل 453 كرام (انظر الجزء أعلاه في اختيار المحرك). نقوم بانجاز العلاقة الثلاثية لنجد القوة اللازمة لمحركنا

453 gram ----→ 80 watt

647 gram -------→x

يمثل x القوة اللازمة لمحركنا, بحيث x يساوي :

X= 80 * 647 / 453

X= 114 watt

ادن المحرك الدي يلزمنا لهده الطائرة يجب أن يكون بقوة أكبر من أو تساوي 114 واط .

الخطوة الثانية : (تحديد السبيد كنترول)

السبيد كنترول والمحرك جزءان يعملان معا لدا يجب أن يكونا متوافقين .بحيث يمكن للسبيد كنترول تزويد المحرك بالطاقة حتى أن يصل الى قيمته القصوية .

فبما أن الطائرة كبيرا نسبيا سنحتاج بطارية دات فولت يساوي 11.1v.

ادن فلنحسب كمية الأمبير اللازمة للوصول الى قوة المحرك القصوية 114 واط.

نعلم أن : الواط = الفولت * الامبير .

الامبير = الفولت / الواط تطبيق عددي ------ الامبير = 11.1/ 114 ادن الامبير= 12 A

ادن قيمة السبيد كنترول الدي سنختاره ستكون حولي 12 الى 15 أمبير , ودلك حسب الموجود في الاسواق.

اختيار قيمة سبيد كنترول اكبر من القيمة المحسوبة قد لا تشكل مشكلة .....لكن ادا تم اختيار قيمة أصغر من المحسوبة سيؤدي دلك الى تلف أحد مركبات المنظومة .

يجب دائما أخد بعين الاعتبار أن السبيد كنترول الذي سنشتريه سيتوافق مع عدد خلايا البطارية .

<u>الخطوة الثالثة :</u> (تحديد أمبير البطارية)

عرفنا ان البطارية تتميز بتابتتها C وعدد خلاياها و عدد الامبير و الفولت .

بما أننا وجدنا أن السبيد كنترول يلزمه 12 أمبير كقيمة قصوية لتزويد المحرك بالطاقة فان البطارية يلزم أن تكون قادرة على توليد هده الطاقة .

نختار مثلا هده بطارية ما ب 11.1V وقيمة أمبير 1000 mah و c20 ونحسب هل يمكنها تزويد السبيد كنترول بالطاقة اللازمة .

قيمة الأمبير القصوية للبطارية = عدد الامبير * تابتت c

تطبيق عددي : قيمة الأمبير القصوية للبطارية 1000/ (1000 mah*20 c) = 20 أمبير

ادن هده البطارية تمكننا من سحب 20 أمبير بطريقة امنة . وهي كافية تماما للسبيد كنترول الدي يطلب فقط 12 أمبير .