

Manual de uso de Baterías de polímero de litio.

Por www.RCmaterial.com

En este manual vamos a tratar principalmente de baterías de polímero de Litio de alta descarga y su uso en modelos radio control o en otras aplicaciones que requieran una alta descarga.

Los beneficios de utilizar esta tecnología son tiempos de funcionamiento más largos, mas potencia, incluso tanta potencia o mas que un motor de combustión interna si el modelo esta bien estudiado.

Hablando como modelista y después de hacer muchos test y utilizar esta tecnología ampliamente, tengo que decir que ahora raramente utilizo otra química en mis baterías. Por supuesto es necesario aprender a utilizarlas, igual que se ha de aprender a utilizar cualquier otro tipo de baterías. Cuando se aprende, es sencillo mantener todos los elementos en buen estado incluso más simple debido a que no tienen efecto memoria. En vista de los tiempos de funcionamiento más largos y la relación potencia - peso que se consiguen utilizando Lipos, merece la pena el esfuerzo de aprender a manejarlas correctamente.

Si se saben utilizar y tratar bien a estas baterías, su vida útil es mucho más larga que las baterías de NiCd y NiMh. Pero si no se hace bien se estropean en muy pocos usos (en tan solo 1 incluso) y se pueden convertir en un material realmente peligroso si no se utilizan bien.

Por lo cual recomendamos lea este manual o al menos su primera parte, Nociones y normas básicas.



Nociones y normas Básicas:

Para elegir el pack más idóneo para su modelo:

Se debe conocer el consumo máximo real de su motor con su configuración (hélice o piñón) este consumo máximo debe ser menor que la descarga máxima que el pack es capaz de desarrollar, utilizar un pack de Lipo siempre a su máxima descarga, aunque sería capaz, no daría el rendimiento deseado y la vida misma del pack se acortara.

Ejemplo: Para un motor que consume 10A a máximo régimen de vueltas con la hélice montada, elegiría un pack capaz de dar al menos 15A y recomendado unos 20A.

Sobre el equilibrio entre los elementos de un pack:

Aunque todos los packs construidos por www.RCmaterial.com y la mayor parte de fabricantes están equilibrados en su momento de fabricación recomendamos comprobar el voltaje de cada elemento utilizando el conector de puntos intermedios del pack, antes de su primer uso.

Igualmente se debe comprobar el voltaje de cada elemento cada 25 usos o una vez cada 3 meses.

Solo si existiera un desequilibrio entre elementos superior a 0,1V entonces deberá realizarse un equilibrado antes de su uso utilizando un equilibrador de packs o cargando cada elemento por separado a través del conector de puntos intermedios. No se debe realizar un equilibrado cargando cada elemento por separado si el pack esta equilibrado.

El pack después de su fabricación normalmente se encontrara a media carga o cargado.

Si el pack va a ser utilizado en descargas superiores a 2C se deben hacer 3 o más ciclos de carga / descarga a 1C o menos antes de utilizarlo.

Este proceso debe realizarse también después de un periodo de almacenamiento de las baterías superior a 6 meses.

Este proceso sirve para prevenir daños internos a los elementos debido al "efecto de pasivación"

Normas de uso:

- Cerciórese de utilizar un cargador capaz de cargar baterías de Polímero de Litio. No utilice otro tipo de cargador.
- Cargar en un contenedor o zona ignifuga. Nunca en el modelo o en el interior de un vehiculo.
- Asegúrese perfectamente de programar correctamente el cargador para el pack que se va a cargar tanto en voltaje como en intensidad.
- No cargue sus baterías de Polímero de Litio por con intensidad mayor a 1C. Hacerlo reducirá la capacidad y vida de sus baterías con muy poco ahorro en tiempo de carga. Pueden cargarse por debajo de 1C es incluso recomendable. Recomendamos una intensidad de carga de entre 0,2C y 0,7C.
- Inspeccione cuidadosamente el pack especialmente si el modelo ha sufrido un accidente. Si esta deformado no lo utilice y deshágase de él.
- No descargue los elementos por debajo de **3V** durante la descarga, (6V para un pack de 2S, 9V para uno de 3S, etc.) una sola vez que se supere este limite causara daños irreparables en el elemento/pack. Utilice siempre un regulador con programación (corte) para Lipo o un avisador de voltaje mínimo en el modelo o ambas cosas; para usos de baja descarga se debe instalar un PCM. Este voltaje mínimo puede ser superior o inferior dependiendo del tipo de pack, el fabricante del mismo debe proporcionarle ese dato.
- La vida de su pack será mucho más larga si en cada descarga/utilización no se llega a descargar completamente el pack.
- No utilizar los elementos/packs por encima de su descarga máxima (Indicada en el pack)
- No golpee, pinche doble o deforme el pack de ningún modo.
- No seguir utilizando ningún elemento/pack que halla incrementado su volumen (parecido a un globo)

- Las baterías de Lipo no deben exceder 60°C/140°F. durante su uso, si fuera así indicaría que el pack no es el idóneo.
- No montar packs de elementos/packs de capacidad desconocida o diferente en serie y/o paralelo.
- Mantenga sus baterías donde niños o animales no puedan acceder.
- Se debe tener siempre mucho cuidado de no cortocircuitar los elementos/packs de Lipo.
- Si el electrolito que tiene la batería en su interior toca su piel lavarla con abundante agua y jabón. Si entrase en sus ojos lávelos con agua fría y busque ayuda médica.
- Se debe tener siempre mucho cuidado de no cortocircuitar los elementos / packs de Lipo. Si eso ocurre la corriente que pasa a través de los terminales, cables o conectores los sobrecalentara en una fracción de segundo y es posible que las partes aislantes de los cables se funda si son de PVC, debido a eso siempre recomendamos el uso de cable con funda de silicona cuando se montan packs. Además de eso un cortocircuito severo dañara el pack irremediablemente.
- Cuando no vaya a utilizar las baterías de Polímero de Litio guárdelas a media carga (3,7/3,9V), nunca vacías o completamente cargadas.

Siguiendo estas normas y recomendaciones básicas sus packs tendrán una vida larga y sus modelos funcionaran con potencia y altas prestaciones.



Sobre los packs y como elegir el más idóneo:

Primero un poco de teoría sobre la arquitectura de los packs de Lipo:

Un solo elemento de NiCd o NiMh (Nixx) tiene un voltaje de 1,2V, Un elemento de Lipo tiene un voltaje de 3,7V.

Por lo que un elemento de Lipo (3,7V) equivale aproximadamente a 3 elementos de Nixx (3,6V) conectados en serie.

Ahora por ejemplo si conecta 3 elementos en serie de Lipo de 1500mAh le dará un voltaje de 11,1V y su capacidad será de 1500mAh y se denominaría 3S (3 en serie) Si a esta pack 3S se conecta un pack igual en paralelo tendrá entonces un pack de 11,1V y 3000mAh y se denominaría 3S2P (3 en serie conectado en paralelo a otro de 3 en serie)

Si estos dos packs de 3S los conecta en serie tendrá entonces un pack de 22,2V y 1500mAh y se denominaría 6S (6 en serie)

Y de esta manera se pueden hacer los pack como se quiera...

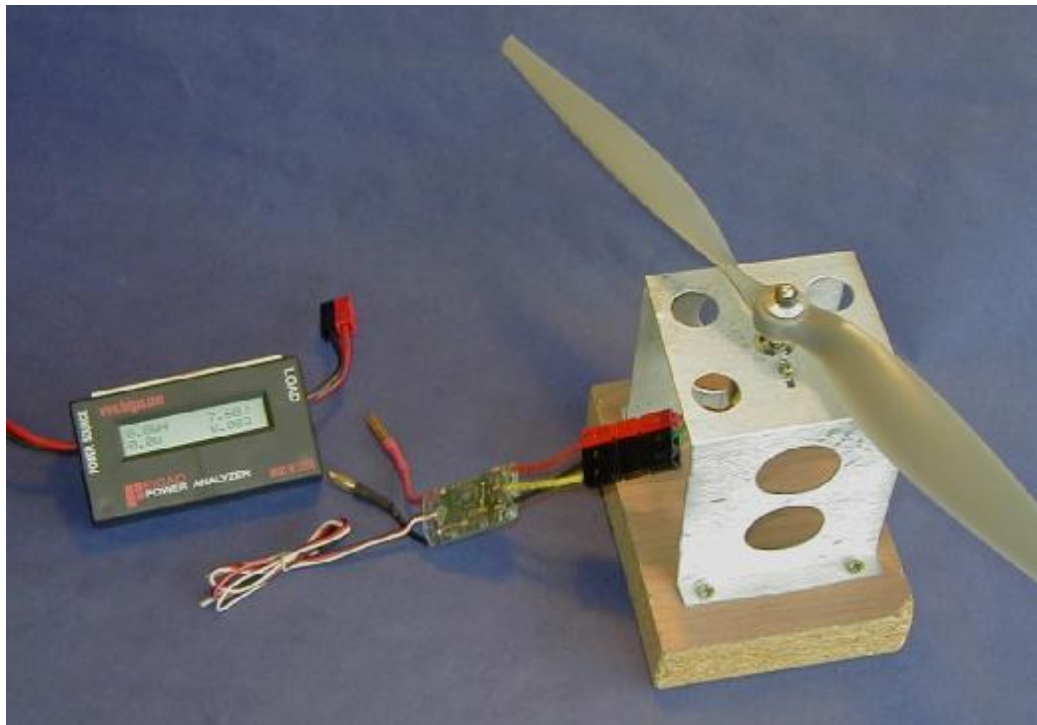
Con los packs de elementos Nixx (Nícd o Nimh) es igual, un pack de 8S2P de elementos NiCd 1700mAh, sería 8 elementos en serie conectado a otro pack en paralelo de 8 en serie... Quedando como de 9,6V y 3400mAh

Conclusiones:

- Si se conectan elementos o packs en serie se suma voltajes. No se deben conectar packs en serie a menos que sean iguales y todos los packs/elementos al conectar deben de estar perfectamente equilibrados entre sí. Se pueden cargar estos packs sin desconectar la/s conexión/es en serie.
- Si se conectan elementos o packs en paralelo se suman capacidades tanto de mAh como de capacidad de descarga. Se pueden conectar los elementos/packs en paralelo para conseguir más capacidad y mayor descarga. Los packs/elementos a conectar en paralelo deben estar ambos al mismo voltaje, normalmente o cargados o descargados. Se pueden cargar a la vez los packs conectados en paralelo si son de la misma tipo y capacidad.

Para elegir el pack más idóneo para su modelo debe conocer el **consumo real** máximo de su motor con su configuración (hélice o piñón) este debe medirse con un amperímetro (no se fíe de las tablas adjuntas a un motor) utilizando un pack del mismo voltaje al que pensamos utilizar en el modelo y que sea capaz de entregar toda la potencia y mas que el motor pueda necesitar, hacerlo con un pack no suficientemente potente no daría lecturas reales.

Por ejemplo se puede utilizar una batería de arranque de coche de 12V estas batería normalmente son capaces de entregar hasta 100A en cortos periodos, si el pack que se piensa instalar en el modelo un pack de 11,1V de Lipo (11,1V de Lipo es equivalente a 12V de plomo para esta medición)



Este consumo máximo debe ser menor que la descarga máxima continua que el pack es capaz de desarrollar, utilizar un pack de Lipo siempre a su máxima descarga

aunque sería capaz, no daría el rendimiento deseado y la vida misma del pack se acortara en gran medida.

Ejemplo: Para un motor que consume 10A a máximo régimen de vueltas con la hélice montada, elegiría un pack capaz de dar al menos 15A y recomendado unos 20A.

Para saber el tiempo de funcionamiento que podemos esperar de un pack podemos usar la siguiente formula:

$$(60 \text{ m/h} / \text{Consumo del motor en A}) \times (\text{capacidad de la batería en mAh} / 1000\text{m}) = \text{Tiempo de vuelo en minutos}$$

El tiempo que nos da esta formula sería el tiempo teórico de funcionamiento si estuviéramos utilizando el motor constantemente, lógicamente no siempre se utiliza el motor al máximo en un modelo por lo cual este tiempo de funcionamiento sería mayor. Además debemos tener en consideración diferentes perdidas en el sistema y que no se debe vaciar un pack de baterías de Lipo hasta que este vacío completamente tanto por seguridad del modelo como por seguridad por las baterías, la experiencia nos ha enseñado que este dato que sale de esta formula es muy aproximado al tiempo de funcionamiento real que podemos esperar del modelo sin entrar en zonas criticas tanto para el modelo como para el pack de baterías.

Para hacer más sencillo este cálculo hemos preparado una pequeña tabla en Excel que se puede descargar de aquí:

<http://www.rcmaterial.com/pdfs/LiPoCalcES.xls>

En esta tabla introduzca los datos de consumo de motor y tiempo de vuelo que desea obtener y automáticamente calculara el pack que debería instalar en el modelo.

En esta tabla se han tenido en cuenta las desviaciones de perdidas de potencia del

sistema, el hecho que muchos modelos no son utilizados con el motor a máximo régimen constantemente y un contando con un margen de seguridad para no sobre descargar las baterías de Lipo.

NO SE AUTO ENGAÑE CUALQUIER PACK QUE SE SALGA DE LOS DATOS QUE DA ESTA TABLA NO FUNCIONARA CORRECTAMENTE.

Sobre la duración de funcionamiento de los packs:

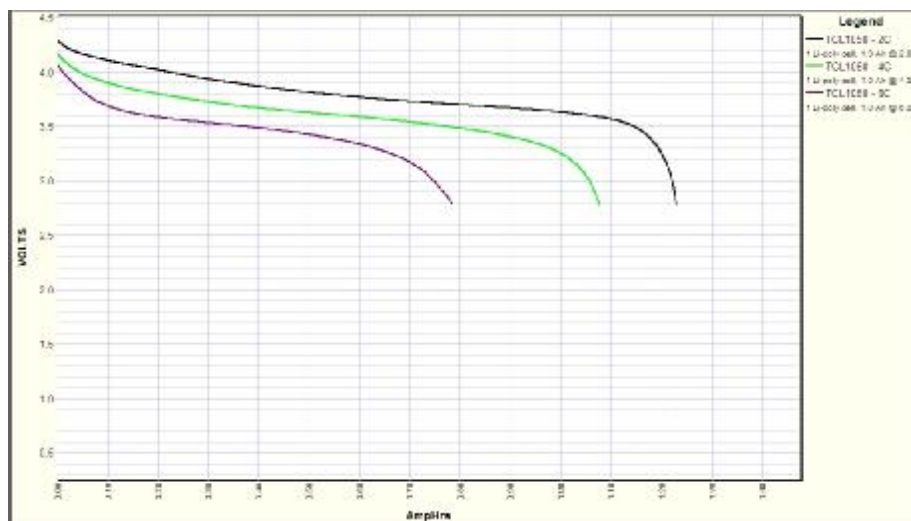
Aunque en el anterior apartado hemos tratado este punto, hemos querido profundizar ya que hay algunos detalles importantes a tener en cuenta.

Se puede pensar en una batería como en un depósito de combustible, con una capacidad limitada, lógicamente dependiendo del tamaño del depósito en un mismo modelo el tiempo de funcionamiento variará.

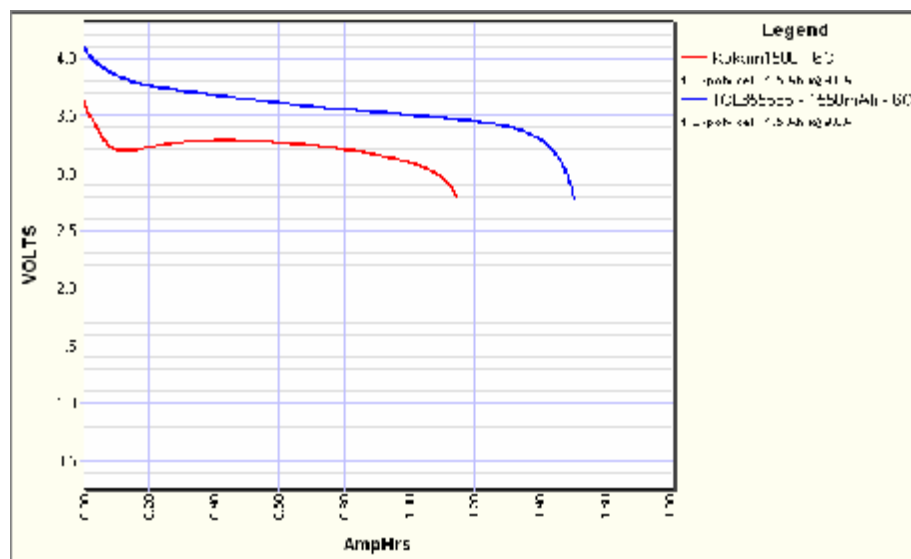
Por lo cual a más grande mayor será el tiempo de funcionamiento, pero hay que tener otros puntos importantes a tener en consideración:

- § Un pack más grande será de mayor peso por lo que para mantener el modelo en funcionamiento con la misma potencia que un pack más pequeño será necesario que ese pack más grande nos entregue mas potencia.
Ejemplo: Un helicóptero de 1Kg. de peso necesita unos 200W para mantenerse en estacionario, Un helicóptero igual pero con un peso de 1,2 Kg. necesitara unos 250W para mantenerse en estacionario.
- § Normalmente no es posible aprovechar el 100% de la carga guardada en el cualquier batería esto normalmente se nota mas en Nixx que en Lipo pero también ocurre en las baterías de Lipo, la capacidad que podemos aprovechar del pack dependerá de la potencia del pack y del la velocidad con que queramos sacar esa

capacidad, lógicamente a mayor potencia del pack mas podremos aprovechar. Y lógicamente a menor velocidad (tiempos de funcionamiento largos) mayor será la capacidad del pack que podremos utilizar. Para aclarar este punto vea estas graficas:



En esta grafica se puede ver que a una misma batería con unas descargas constantes la primera (negra) de 2A es posible sacar el 100% de la capacidad nominal en una descarga a 4A (verde) es posible sacar un 90% y a 6A (morada) un 75% de su capacidad.



En esta grafica se comparan dos baterías de diferente potencia y similar capacidad, la curva roja corresponde a una descarga de una batería con una potencia máxima de 6C y la curva azul a una batería con una descarga máxima de 10C. Como se puede ver ante una descarga de igual intensidad, 9A la batería más potente es capaz de descargar al menos un 20% más que la de menor potencia.

§ Si nos fijamos en las curvas de los anteriores gráficos además nos podemos dar cuenta de otro detalle: Con una batería mas potente ya sea por que la batería es mas potente de por si o por que es de mayor capacidad aun siendo de la misma potencia, la caída de voltaje durante la descarga es menor por lo que para conseguir la misma potencia (recordar que la potencia es $Wattios = V \times A$) en el modelo no es necesario exigirla tanto como a una batería de menor potencia.

§ Diferencias entre las últimas generaciones de baterías y las anteriores de polímero de Litio:

Las últimas baterías de Polímero de Litio de alta descarga tienen una característica que las hace muy superiores a las generaciones anteriores, aun no siendo mucho más potentes que sus predecesoras lo que si las diferencia principalmente es que en altas descargas son capaces de entregar mucho más de su capacidad nominal que en sus modelos precedentes llegando incluso a entregar hasta un 90% de su capacidad nominal a su máximo rendimiento. Esto ha hecho que hoy en día sea imprescindible la utilización de un aviso o corte de motor regulado mucho más alto que anteriormente (3,1-3,2V por elemento como mínimo en relación a 3V que se utilizaba anteriormente)

Por lo cual es muy posible encontrar grandes diferencias de tiempo de funcionamiento si se comparan baterías de última generación a si se utilizan baterías anteriores.

§ Lógicamente el deterioro y edad de la batería también influye en los tiempos de funcionamiento, principalmente el trato que se le haya dado, tanto los golpes como la edad y sobretodo las sobre descargas por debajo de su voltaje mínimo hacen que su potencia y capacidad nominal se vea reducida.

Tómese como referencia que cada vez que la batería cae por debajo de su voltaje mínimo durante su funcionamiento se puede perder hasta un 3-4% de capacidad nominal y potencia en algunos modelos de baterías Lipo, por lo que con que tan solo nos ocurra 10 veces la batería puede haber perdido un 40% de su capacidad y potencia lo cual reducirá en un 60-70% el tiempo de funcionamiento, ya que es como si estuviéramos usando una batería un 40% más pequeña pero con el agravante de no haber reducido el peso... en muchos casos será imposible seguir utilizando esa batería para el mismo uso. Por lo que es muy recomendable nunca llegar ni siquiera cerca de los límites de descarga.

Como conclusión se puede decir que para conseguir tiempos de funcionamiento largos y a la vez potencia se requiere packs potentes y grandes, a mayor sea su potencia y capacidad mejor rendirá el motor y mayor será el tiempo de funcionamiento, por lo cual ya no solo es el motor el que define la potencia del modelo sino también la batería. Por lo cual es muy importante elegir la batería idónea para cada uso específico.

Como norma general se debe montar la batería más grande y potente que sea posible dentro de los márgenes de eficiencia de peso por lo cual se debe tener mucho cuidado a la hora de construir el modelo para que este sea lo más ligero posible dejando margen para instalar una batería grande y potente sin escatimar. Intentar ahorrar peso en batería como hemos expuesto solo nos llevara a modelos escasos de potencia y con tiempos de funcionamiento corto y a una vida muy corta del pack debido a su utilización muy cerca de los límites.

¿Qué significa "C"?

Esta es la eterna pregunta que cantidad de modelistas nos hacen y parece que aun siendo un concepto simple no esta muy claramente explicado en ningún sitio, vamos a intentar dejarlo claro.

C tiene el valor 1/h, ósea:

Si su batería es de 1050mAh por ejemplo entonces 1C es igual a 1050mAh x 1/h = 1050mA para esa batería.

Entonces por ejemplo una descarga a 7C es simplemente 7 x Capacidad x C

Para un pack de 1050mAh será entonces:

$$7 \times 1050 \text{ mAh} \times 1/h = 7350 \text{ mA} = 7.35A$$

Una carga a 2C para esa batería de 1050mAh seria:

$$2 \times 1050 \text{ mAh} \times 1/h = 2100 \text{ mA} = 2,1A$$

Ahora si se dice que un pack es de 10C significa que es capaz de descargar en continuo hasta 10 x capacidad x 1/h, ósea que para un pack por ejemplo de 1050mAh seria: $10 \times 1050\text{mAh} \times 1/h = 10500\text{mAh} = 10,5 \text{ A}$ de descarga máxima continua.

Esta forma de definir cargas o descargas para las baterías se utiliza para todos los tipos de baterías independientemente de la química de las mismas. Hasta ahora no ha sido muy relevante debido a que no había mucho donde elegir ni tampoco el modelismo eléctrico ha tenido tanta difusión como ahora.

Un dato a tener muy en cuenta: Aunque las "C" de descarga de una batería son importantes y nos dan un dato sobre la potencia de la misma esto no es del todo correcto, ya que la potencia de una batería realmente se mide en W/Kg. no en "Cs" Hay que tener en muy en cuenta este dato al elegir una batería ya que normalmente una batería de muchas "C" de descarga puede tener muy baja potencia en relación a su peso. Y es muy posible que una batería con menos "C" tenga mas potencia en relación a su peso, este dato es muy importante sobre todo en aeromodelos en los que el peso tiene gran influencia en su rendimiento.

Sobre los diferentes tipos de baterías que se utilizan en modelismo, comparación y usos:

Después de haber hablado principalmente de baterías de Polímero de Litio, ahora vamos a compararlas con las demás baterías (NiCd, Nimh, Saphion, A123, etc.) que se utilizan en modelismo, principalmente de su potencia, rendimientos y usos para cada una de ellas.

Hoy en día es muy común hablar sobre las "C" de descarga de una batería y parece que se esta confundiendo la potencia de una batería con las "C" a las que puede descargar, pero este es un dato incompleto si se desea conocer la potencia de una batería ya que no hace relación al peso de la misma. Y en los modelos sobre todo en aeromodelos el peso es un factor muy importante a tener en cuenta.

Cualquier condensador es capaz de descargar por encima de 200C incluso hasta 1000C pero no hay ningún modelo que funcione con condensadores debido a que el peso del pack del pack de condensadores para un tiempo de funcionamiento razonable lo haría impracticable.

Entonces la manera correcta de conocer la potencia de un elemento/Pack es conocer la densidad de capacidad, la densidad de potencia y cuanta de su capacidad nominal es capaz de descargar en alta descarga.

Densidad de capacidad: Hace relación a la capacidad nominal y el peso del elemento/pack y se mide en Wh/Kg.

Densidad de potencia: Hace relación a la máxima descarga continua que un elemento/pack da y el peso del mismo y se mide en W/Kg.

Capacidad descargada en alta descarga: Es el porcentaje de la capacidad nominal del elemento/pack es capaz de descargar en alta descarga. Se considera alta descarga para ese elemento pack una descarga al 80% de la potencia máxima del pack.

Aquí hay una relación de estos datos en los diferentes tipos de baterías mas utilizados en modelismo: (estos datos se refieren a elementos de alta calidad y potencia)

NiCd:	44Wh/Kg	700W/Kg	85%
Nimh:	66Wh/Kg	700W/Kg	75%
Saphion (LiSph):	83Wh/Kg	900W/Kg	65%
A123:	115Wh/Kg	2400W/Kg	80%
Lipoly:	150Wh/Kg	2600W/Kg	80%
NanoLipo:	200Wh/Kg	2300W/Kg	90%

Li-Ion: 220Wh/Kg 300W/Kg 75%

Ahora conociendo estos datos es fácil comparar.

NiCd y NiMh están bastante obsoletas y poco a poco irán desapareciendo, principalmente debido a su alto contenido en metales pesados. Además ya se ha escrito mucho sobre ellas por lo que no entraremos en detalles sobre ellas.

Las baterías Saphion y A123 basadas en el Litio son bastante nuevas y son muy seguras teniendo muy buen compromiso entre peso, potencia y vida por eso son mayormente utilizadas en herramientas eléctricas, son una muy buena opción para coches y barcos radio control, donde el peso no es un gran problema. De hecho las baterías A123 son extremadamente potentes para veleros, coches radio control o barcos donde los picos de descarga son altísimos y muy importantes para las trepadas y/o aceleraciones.

Baterías Lipo y NanoLipo son el mejor compromiso entre capacidad potencia y peso por lo que son la mejor opción para aeromodelos (aviones, helicópteros) y por el momento no tienen competidor en este área. Las baterías de Lipo y NanoLipo también pueden utilizarse en coches y barcos RC pero con muy poco ahorro en peso en relación a Saphion o A123 ya que para conseguir altos picos de corriente los packs deben de ser bastante grandes.

Baterías Li-Ion tienen la mejor relación capacidad peso pero su potencia es muy baja, por lo que son solo utilizadas como alimentación de sistemas eléctricos de bajo consumo (receptores, servos, emisoras, etc.)

He aquí un ejemplo de como estos datos afectan a los modelos:

Imagine un helicóptero o avión con un pack de Lipo de 4000mAh 12C que pesa 400gr, si este pack le da 15 min. de vuelo, estará trabajando a una descarga media de 4-5C esto significa que estará utilizando del pack sobre el 85-90% de su capacidad nominal y no estará torturando el pack por lo que su vida será larga.

Ese mismo helicóptero o avión con un pack de Lipo u otra tecnología de 2300mAh 30C que pesa 450gr.

Teóricamente debería de darle un tiempo de vuelo de unos 7,5 minutos, pero en este caso el pack estará trabajando en una descarga media de 8C por lo que solo será capaz de entregar aproximadamente un 80-85% de su capacidad nominal. Al estar sometiendo al pack a una descarga más alta, la caída de voltaje será mayor por lo que tendrá menos potencia disponible en el motor. Si además le añadimos que este pack es mas pesado que el de Lipo probablemente acabaremos con unos tiempos de vuelo de solo 5-6 minutos (Descarga de 10-11C mayor a la previa calculada anteriormente...)

Por lo que con este "Pack súper potente 30C" finalmente conseguimos menos potencia, menor tiempo de vuelo y probablemente una vida menor del pack que el teóricamente poco potente pack de Lipo 12C. Esto es debido a que este ultimo pack esta mejor calculado para ese uso

Ahora bien, si lo que se esta buscando son tiempos de funcionamiento de 5 a 8 minutos en los que se requiera altos picos de corriente (vuelos de exhibición, veleros eléctricos, carreras de coches/barcos RC etc.) entonces el pack a elegir debe de ser un pack A123 o Lipo de alta descarga sacrificando un poco de peso en pos de la potencia ya que en este caso estos packs tiene una capacidad de descarga de picos superior a un pack de Lipo de alta densidad de capacidad como un NanoLipo.

Espero que esta información ayude a entender, que las "C" son tan solo un retazo de información sobre la potencia de una batería y que es muy importante comparar el peso, capacidad etc. a al hora de elegir un pack para nuestro modelo.

Sobre la carga y la eficiencia de carga de baterías:

Las baterías de polímero de Litio se deben cargar como máximo a una intensidad de 1C y recomendable entre 0,2 y 0,7C. Algunas últimas tecnologías de baterías de Polímero de Litio permiten cargas a mayor intensidad de 1C pero es a expensas de vida del pack (al igual que en otras químicas).

Las baterías de Polímero de Litio no tienen efecto memoria por lo que no es necesario ni beneficioso descargarlas antes de recargarlas.

La eficiencia de carga de las baterías se refiere a cuanta capacidad se queda en la batería de la que le proporcionamos con el cargador.

Esta eficiencia lógicamente depende de la química de la batería, calidad, antigüedad y tipo de carga.

Lógicamente cuanto más vieja es la batería menor es su eficiencia de carga y cuanto más rápida es la carga menor es la eficiencia.

Sirva como referencia esta Lista de eficiencias:

Nimh < 80%

NiCd 85% aprox.

Plomo 90% aprox.

Lipo > 98%

Para que esto quede claro, es muy común ver que un cargador de los que calculan la capacidad suministrada a la batería y nos informan a través de una pantalla digital que al cargar baterías de Nimh sobretodo la capacidad suministrada al pack es a veces muy superior a la capacidad nominal del pack, digamos que cargamos un pack con una capacidad de 3300mah pero el cargador nos dice que ha cargado 3500mAh, este dato no es la capacidad almacenada en el pack sino la que el cargador a suministrado.

La capacidad almacenada será aproximadamente de $3500\text{mAh} \times 80\% = 2800\text{mAh}$

Se que este dato sorprenderá a mucha gente pero esa es la realidad, como hemos explicado anteriormente no es posible descargar un pack completamente sobre todo en altos regímenes por lo que si a esos 2800 le añadimos lo que se ha perdido en forma de calor al recombinar químicamente la batería nos da los 3500mAh que ha suministrado el cargador.

En las baterías de Lipo la efectividad de carga es muy alta cercana al 100% incluso en regímenes muy altos de carga como 1C por lo cual el dato que refleja la pantalla de un cargador digital es muy cercano a la capacidad realmente almacenada en el pack.



Sobre el equilibrado de packs de baterías de Lipo:

Como es bien sabido cualquier pack de baterías de más de 1 elemento se desequilibra, independientemente del tipo de batería que sea.

Esto ocurre debido a diferentes causas pero la principal es la diferencia entre los elementos de un mismo pack, es imposible que todos los electos de un pack sean completamente iguales y/o que respondan de igual manera al paso del tiempo y uso.

Esto en la mayor parte de baterías (NiCd, Nimh, Plomo) no supone un gran problema ya que en cada carga se auto equilibran siempre y cuando el desequilibrio no sea muy grande. Este equilibrado se produce cuando la batería se sobrecarga ligeramente, es muy fácil darse cuenta de ello con packs de baterías de NiCd o Nimh en los que si uno toca el pack al finalizar la carga notara que algunos elementos terminan mas calientes que otros.

Aquellos que han terminado mas calientes es que se han cargado antes (tienen una capacidad menor) y han disipado su sobrecarga en forma de calor mientras los demás elementos del pack (con mayor capacidad) han terminado de cargarse.

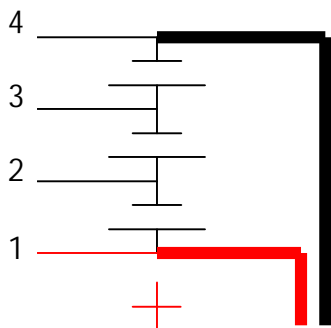
En cambio en las baterías con base química de Litio esto no es posible realizarlo de esta manera, ya que la sobrecarga las daña y supone un gran riesgo para el usuario.

En cierta manera los packs de Lipo tienen una tendencia baja a desequilibrarse si son utilizados correctamente comparándolos con otras tecnologías pero a la larga siempre un pack termina desequilibrándose, teniendo relación directa el desequilibrio con la potencia a la que se utilice la batería.

Ósea, cuanto mas se exige a la batería (altas descargas como utilizaciones para alimentar motores, etc.) antes y mayores pueden aparecer desequilibrios entre los elementos.

Cuanto menos se le exige a la batería (baja descarga como teléfonos, ordenadores, receptores, emisores, circuiteria, etc.) mas tarde y menores desequilibrios aparecen entre los elementos, normalmente casi despreciables, de tal manera incluso que en estas utilizaciones no se suelen utilizar ningún tipo de equilibrador pero si un circuito llamado PCM que controla la carga y la descarga de cada uno de los elementos; este circuito se encuentra en cualquier batería para bajo consumo.

Para sacar el máximo rendimiento y evitar daños a las mismas es importante mantener el pack equilibrado sobre todo si se va a utilizar en regimenes de alta descarga como se hace en los modelos.



Para equilibrar un pack se hace necesario el poder acceder a los diferentes elementos del mismo, actualmente casi todos los packs de baterías de Lipo llevan instalados un conector de equilibrado para ello. Si no fuera así recomendamos que lo instale. Normalmente estos conectores están numerados de alguna manera para poder conocer el orden de conexión interno si no fuera así con la ayuda de un voltímetro lo podremos saber. Normalmente este conector se monta el pin 1 en el positivo y los demás seguidos. (Mirar el esquema de la izquierda para hacerse una idea)

Para comprobar si un pack de baterías de Lipo esta desequilibrado se debe medir el voltaje de cada elemento cuando el pack esta cargado o al menos a media carga. Si las diferencias de voltaje entre los elementos son superiores a 0,10V entonces se considerara que ese pack esta desequilibrado.

Formas de Equilibrar un pack de baterías de Lipo:

- § Una manera muy sencilla al alcance de cualquiera es cargar cada elemento por separado a través del conector de equilibrado. Se debe cargar cada elemento a un ritmo moderado de aproximadamente 0,5C o menos y teniendo siempre en cuenta la máxima potencia que admite el conector de equilibrado que suele rondar los 2 ó 3A. Este sistema solo se debe hacer si el pack esta desequilibrado, hacerlo por que si no es mas que perder tiempo, energía y vida de batería.
- § Con un equilibrador de descarga: este dispositivo lo que hace es descargar los elementos independientemente hasta un voltaje preseleccionado (entre 2,5 y 3V) posteriormente se realiza un carga lenta a unos 0,2C. este sistema aun siendo quizás el mas exacto no es muy practico ya que es bastante lento y en packs deteriorados no es muy efectivo, de todas maneras este es el sistema que se utiliza para equilibrar efectivamente y además detectar elementos dañados y sustituirlos en fabrica.
- § Con un cargador en escalera: Existen ahora en el mercado bastantes cargadores que cargan los packs a través del conector de equilibrado en lo que llamaríamos escalera ósea da en cada punto de conexión del conector de equilibrado la tensión exacta para que el pack termine equilibrado al final de la carga. Este sistema es muy práctico y sencillo de utilizar, como desventaja: que la intensidad de carga esta limitada a un máximo de unos 2A que es lo máximo que suele aguantar los conectores de equilibrado en continuo.
- § Con un equilibrador digital, (suelen tener unos led parpadeantes) estos son quizás los mas fáciles de encontrar hoy en día, funcionan de la siguiente manera, chequean el voltaje de cada elemento y detectan cual es el mas bajo y descargan los elementos que tienen un voltaje superior a ese normalmente arrancan nada mas conectarlos al conector de equilibrado y se utilizan durante toda la carga. Estos equilibradores son muy exactos (hasta 0,005V de resolución) y sencillos de utilizar, son muy prácticos para packs pequeños y regimenes de carga no muy superiores a 1A ya que su potencia de disipación es muy pequeña y se ahogan con packs grandes o potencias de carga altas, de todas maneras son muy recomendables.
- § Con un equilibrador analógico proporcional: Este es similar al anterior pero en este caso la capacidad de disipación es mayor y variable por lo que es capaz de equilibrar packs grandes a regimenes muy altos de carga (por encima de 6A) y realmente proteger los elementos de sobrecargas a altos regimenes de carga, como pega que su resolución es un poco menor al digital sobre 0,01V pero mas

que suficiente, este es quizás el mas versátil hoy en día que cada vez se están utilizando packs de Lipo mas grandes.

- § Carga paralela independiente de elementos este sistema se utiliza en usos industriales y solo lo montamos en packs destinados a UAVs o usos militares el peso y sobre todo precio de los conectores, cargadores, etc. que requiere lo hace prohibitivo para el modelismo en general. Este sistema lo que hace es cargar cada elemento por separado simultáneamente. Esta tecnología ya empieza a estar disponible también para modalismo.

Una observación importante: Un pack que tiene algún elemento dañado normalmente estará desequilibrado y equilibrarlo no arreglara el elemento dañado.

Realizar ciclos de carga y descarga para intentar recuperar un pack dañado o intentar equilibrarlo si ya lo esta, no tiene ninguna utilidad ni beneficio en este tipo de baterías sino al contrario, estaríamos haciendo un desgaste innecesario a la batería

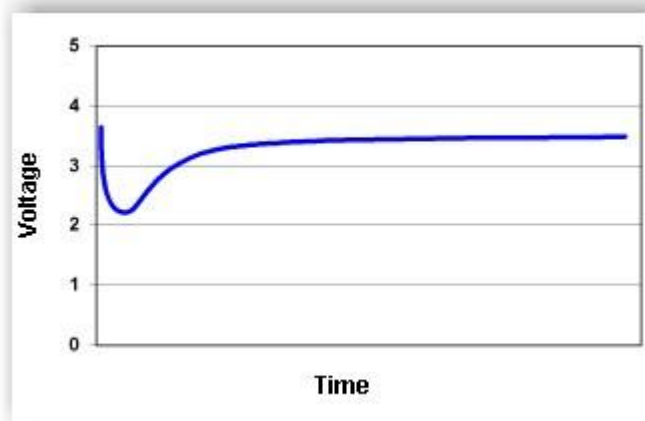
Sobre el efecto de pasivación:

Este efecto esta muy poco documentado y es prácticamente imposible encontrar información sobre el.

No se debe confundir este fenómeno con el llamado "efecto memoria" de las baterías de NiCd o Nimh.

La pasivación consiste en la formación de una película de cloruro de litio (LiCl) en la superficie del ánodo.

Este proceso químico que en ningún caso es perjudicial para la batería, sirve para evitar la auto descarga, cuando la batería no está siendo usada. Esta delgada película es, funcionalmente, una resistencia. Pero está claro que puede producir una caída de tensión o "retraso" en la entrega de energía tal como se ve en esta figura (efecto exagerado):



Esta fina película salina se empieza a formar nada mas que la batería se deja de utilizar o se para de cargar.

Este fenómeno depende de:

- Diseño y constitución de la batería.
- Tiempo sin usar: cuanto mayor sea este tiempo, más gruesa será la capa de LiCl.
- Temperatura de almacenamiento. Al mayor temperatura mayor pasivación.
- Temperatura de uso: en condiciones frías, este efecto será más "visible"
- La tensión de la batería, lógicamente a más tensión más rápido se forma esta capa.

Por lo cual cuando una batería es nueva o lleva sin utilizarse un largo periodo de tiempo (más de 6 meses) esta capa será gruesa, por lo cual es muy conveniente destruir esta capa antes de su reutilización.

El problema está en la caída de tensión y pérdida de capacidad nominal hasta que esta película no es reducida a un límite tolerable.

Para eliminar la pasivación se puede someter a la batería a varios (1 a 3) ciclos de carga y descarga cuando la batería es nueva o lleva un largo periodo en reposo. Estos ciclos no es necesario que sean completos. Solo será necesario hacer estos ciclos si la batería va a ser utilizada a sus máximas prestaciones.

Como observaciones finales sobre la pasivación:

- Debe quedar muy claro que este efecto no es ningún caso perjudicial para la batería sino todo lo contrario es lo que impide que la batería se auto descargue en el tiempo, dando a este tipo de baterías una de sus mejores características, que es la baja auto descarga.
- Realizar cualquier otro ciclo de carga y descarga de las que no sea para eliminar este efecto no tiene ninguna utilidad en estas baterías sino al contrario, estaríamos haciendo un desgaste innecesario a la batería. Ósea que no es necesario ni beneficioso hacer ciclos de carga y descarga como a veces se hace en baterías de Nixx.

Almacenamiento de baterías de Polímero de Litio:

Las baterías de Polímero de Litio tienen un periodo de almacenamiento sin uso de 5 años garantizado por el fabricante en condiciones de almacenaje óptimas. Se deben almacenar de la siguiente manera:

Cuando no vaya a utilizar las baterías de Polímero de Litio guárdelas a media carga, entre 3.7/3.8V, nunca vacías o completamente cargadas.

Almacénelas en una zona seca y fresca. La temperatura baja conserva las baterías (10-15°C) y es muy recomendable para periodos de almacenamiento superiores a 3 meses.

Nunca se deben almacenar por debajo de 0°C esto las destruiría completamente, Después de un periodo largo de almacenamiento, compruebe el equilibrio entre los elementos de un pack y si es necesario equilíbrelas antes de la primera carga y realice unos ciclos como se ha descrito para baterías nuevas si esta se va utilizar en alta descarga.

Procedimiento para deshacerse de baterías de Polímero de Litio:

Aun siendo las baterías mas ecológicas al no contener metales pesados, este tipo de baterías deben ser descargadas completamente antes de deshacerse de ellas.

Descargue la batería hasta 2.5V: sería 5V para un pack de 2 elementos en serie, 7.5V para un de 3 etc.

Busque un recipiente suficientemente grande como para sumergir la batería, llénelo con agua y sature con sal normal.

Después de haber descargado el pack a 2.5V, colóquelo dentro de la solución de sal y déjelo en ella durante unas 24 horas.

Saque la batería de la solución y compruebe que el voltaje es 0 voltios.

Tire la batería siempre que sea posible a un contenedor de baterías.

Como construir un pack de Lipos:

Aquí describimos el método para construir un pack de 3 elementos de Polímero de Litio en serie (3S). Este método puede utilizarse para construir cualquier tipo o tamaño de pack de Lipos.

Antes de empezar tiene que comprobar todos los elementos están en perfecto estado, sin deformaciones, ni cortes en el envoltorio. Compruebe que los terminales no estén dañados y que pueden soldarse con un soldador normal de electrónica (Todas las baterías que vende www.Rcmaterial.com pueden soldarse con un soldador normal) si

no es así deberá utilizar pasta conductiva para soldar aluminio "Aluminium Solder Flux".
Los Terminales son frágiles, sea cuidadoso con ellos.
Se ha de ser extremadamente cuidadoso en no cortocircuitar los elementos ya que se podrían dañar. Si no se siente seguro, le recomendamos que aisle con cinta aislante todos los terminales excepto en los que va a trabajar en cada paso.
Recomendamos el uso de cable con funda de silicona para packs de Lipo.

Estos son las herramientas y materiales que va necesitar.

- Un voltímetro.
- Cinta de doble cara.
- Pinzas de plástico o madera.
- Cable con funda de silicona.
- Conector de equilibrado.
- Funda termo-retráctil.
- Soldador, Estaño y esponja para limpiarlo.
- Pistola de pegamento caliente.
- Pistola de aire.
- Y por supuesto los elementos de Lipo...

No realizar los siguientes 2 pasos daría como resultado un pack defectuoso, y podrían dañarse los elementos e incluso destruir el pack en el primer uso.

Primero compruebe el voltaje de cada elemento.

Si la diferencia de voltaje es superior a 0,10V se debe cargar parcialmente las que tienen un voltaje más bajo o descargar las que tienen voltaje mas alto. Hasta conseguir igualar los voltajes en todas ellas.

Si no tiene voltímetro cargue completamente cada elemento por separado para igualar voltajes.



Si la diferencia de voltaje entre los elementos es, menor a 0,1V puede equilibrarlas conectándolas en paralelo temporalmente utilizando las pinzas. Tenga cuidado con la polaridad. (Todos los terminales + juntos y todos los - juntos).

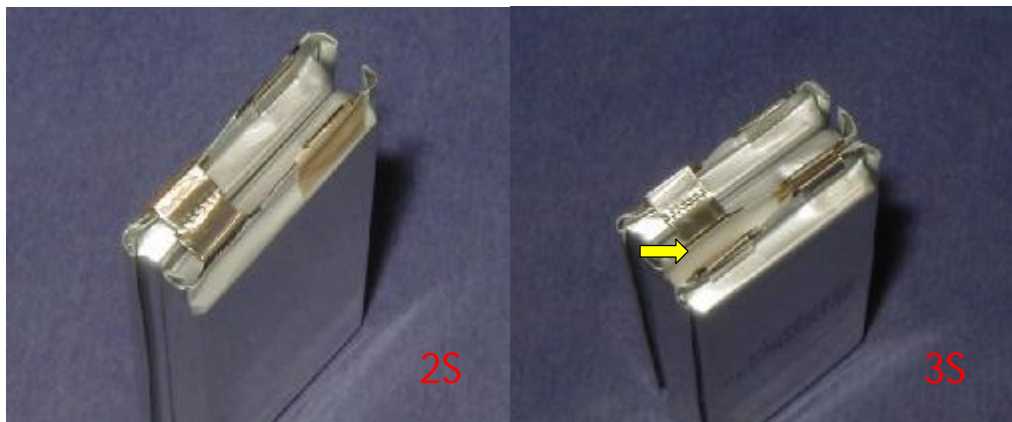
Después de 6 horas conectadas de esta manera estarán perfectamente equilibradas, algunos elementos grandes pueden necesitar más tiempo. Compruebe al finalizar que todos los elementos tienen el mismo voltaje.



Doble los terminales como se ve en la foto.



Pegue con cinta de doble cara haciendo coincidir las pletinas positivas (+) con las negativas (-) como se muestra en la foto. Tenga cuidado de no cortocircuitar los elementos.



Tenga cuidado cuando monte un pack de 3S, ya que en el área con la flecha amarilla los terminales están muy juntos y existe riesgo de cortocircuito si no se hace cuidadosamente.

Suelde todos los terminales.

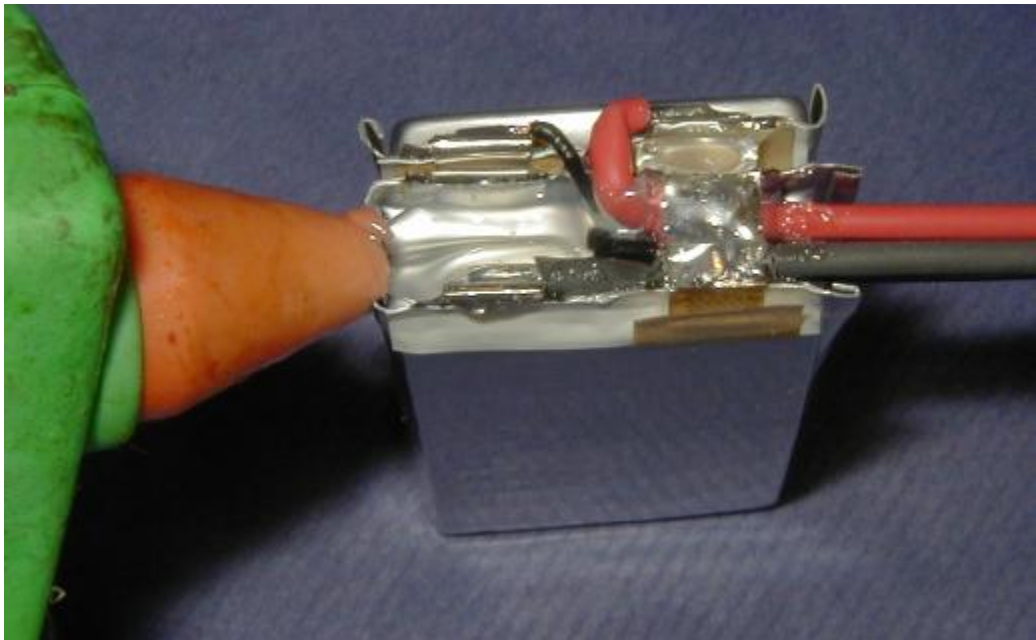


Suelde el conector de equilibrado siguiendo un orden y los cables de silicona a los dos terminales que quedan comprobando la polaridad.

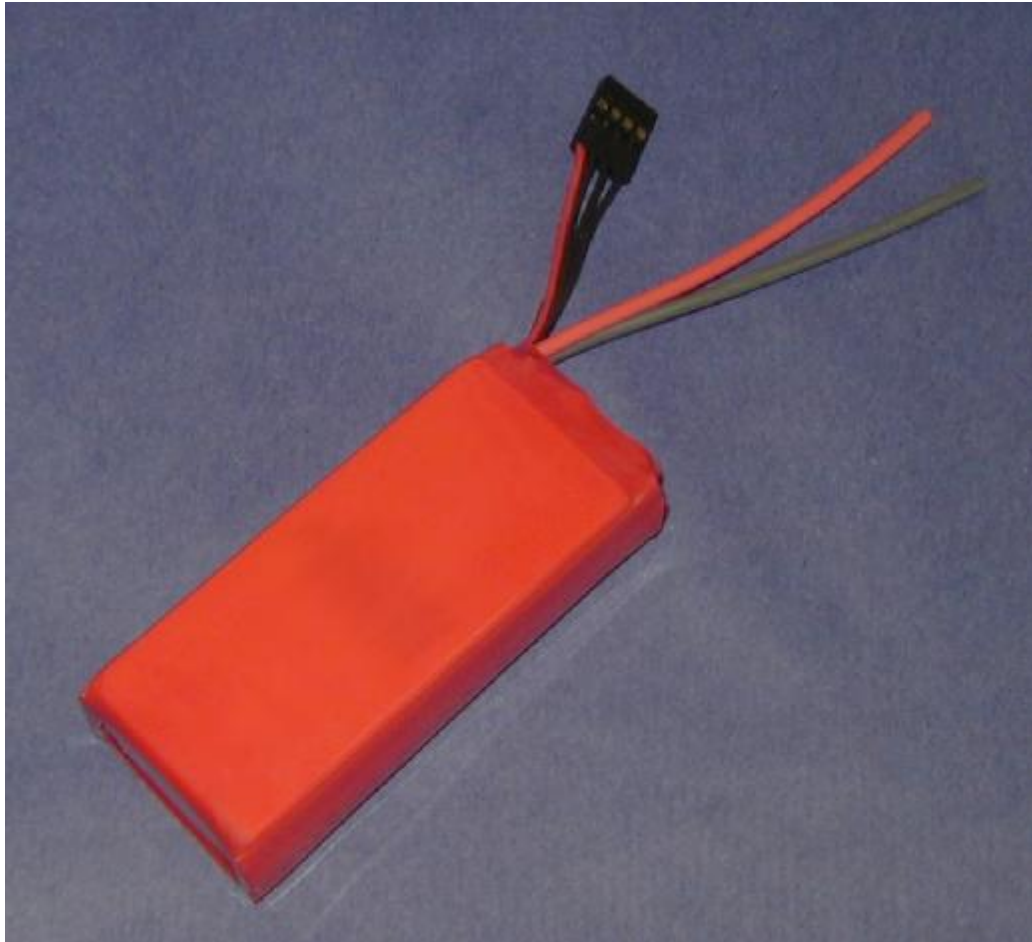


Utilice pegamento caliente para aislar los terminales y mantenerles en su posición. El pegamento actúa también como refuerzo para que los terminales no se desprendan.

El pack ya está listo para colocarle funda termo-retráctil. Cubra siempre el pack con funda termo-retráctil o algún material similar y a que el envoltorio de los elementos se puede dañar fácilmente durante su uso.



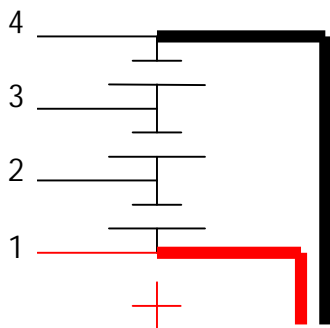
Con este sistema puede construir cualquier pack de cualquier forma y tamaño ya que casi todas las baterías de Polímero de Litio tienen una forma similar.



Otras cosas a tener en cuenta cuando se montan packs:

Cables: Es muy importante calcular el tamaño adecuado de los cables a instalar en el pack. Si esta construyendo un pack que es capaz de entregar altas intensidades de corriente entonces los cables a instalar tienen que ser capaces de aguantar esa intensidad.

Elementos en paralelo: El método descrito anteriormente es perfecto para construir packs como 2S, 3S, 4S etc. Cuando se construyan packs que van a contener conexiones en paralelo como un pack 3S2P la manera de hacerlo es: Primero montar los packs en paralelo (3x2P) y posteriormente unir eso packs en serie. Construyendo los packs de esta manera lo que se consigue es que los elementos conectados en paralelo estarán siempre equilibrados y trabajaran dentro del pack conjuntamente, como en equipo.



Conector de equilibrado: Es importante instalar un conector de equilibrado para poder comprobar el voltaje de cada elemento y/o conectar en el un sistema de equilibrado como el Equalipo o un sistema PCM. Normalmente se utilizan un conector pin estándar 1x1mm (parte hembra) y conectados como se ve en el grafico.

Cobertura: Es esencial y completamente necesario cubrir los elementos/packs con termo-retráctil u otro material, si no los elementos podrían ser dañados fácilmente durante su uso, ya que la cobertura externa de las baterías de polímero de litio es simplemente una bolsa plástica termo sellada para que su peso y volumen sea muy reducido.

Conexiones internas: Durante la construcción del pack hay que ser extremadamente cuidadoso con las conexiones internas especialmente cuando se construyen packs grandes. Las conexiones internas deben de ser capaces de soportar las intensidades que van a circular por ellas. Los terminales de los elementos normalmente son solo capaces de soportar la corriente de si mismas (1 Elemento) por lo cual cuando se conectan elementos en paralelo debe ser cuidadoso y asegurarse de que las soldaduras están reforzadas con estaño u otro sistema...

Si este u otro sistema no esta correctamente hecho en grandes packs puede causar grandes pérdidas de potencia y puede causar un fallo total del pack durante su uso

Circuitos Impresos: Existen unas pequeñas circuitos impresos para construir packs que aunque reconocemos que facilitan el montaje de los mismos no los recomendamos sobretodo si se están montando packs de alta descarga, la razón es que normalmente este tipo de circuitos impresos no son capaces de soportar grandes pasos de corriente y de hecho fallan en este cometido.

Este es un documento en proceso, por lo que es actualizado continuamente le recomendamos visitarlo ocasionalmente por actualizaciones.

Última actualización: 12/12/06