

APUNTES RC

- BATERIAS -

Este recopilatorio, pretende ser un compendio de conocimientos, técnicas y procedimientos, que tras buscar por diversos medios, aplicando mi experiencia y conocimientos, he ido tomando apuntes, como decíamos en el cole, que pongo a disposición de mis compañeros de club, con el único motivo de compartir informaciones que, al igual que me sirven a mí, para volar con más fiabilidad, pueden también servir a otros compañeros, creo que esta frase refleja lo que quiero transmitir:

“El conocimiento es la llave para eliminar los problemas, y promover volar con seguridad”.

Por supuesto, cualquier crítica, corrección, ó aportación de información, siempre será bien recibida, espero que os agrade y sobre todo os sirva, para disfrutar más de esta apreciada afición al aeromodelismo RC.

Ramón Viñuales García

18/7/2011 V2

uspa052@yahoo.es

Nota: La utilización de estos apuntes debe ser personal y no deberá difundirse ó facilitarse a terceros.

INDICE:

1º Baterías, introducción.

1.1 Baterías de NiCd y NiMH

1.1.2 Construcción de baterías NiCd y NiMH, a partir de elementos sueltos

1.1.3 Carga y descarga de las baterías NiCd y NiMH

1.1.4 Memoria y ciclado de baterías NiCd y NiMH

1.1.5 Baterías de NiCd frente a NiMH

1.1.6 Baterías de Li-Po

1.2 Carga de baterías.

1.2.1 Carga de baterías de NiCd

1.2.2 Carga de baterías de NiMh

1.2.3 Carga de baterías SLA(Sealed Lead-Acid) Plomo-Ácido

1.2.4 Carga de baterías LiPo

1º BATERIAS, introducción:

Considerando que siempre las utilizamos, en nuestros modelos, y sobre todo en los eléctricos, paso a describir cada tecnología utilizada en su construcción y posteriormente como trabajar con ellas, sobre todo en el proceso de carga, este apartado se centra en entender y saber mantener las baterías recargables, que habitualmente utilizamos en nuestros modelos.

Las baterías contienen el "combustible" del que se alimenta un modelo eléctrico y ó el receptor y servos de nuestros modelos con motores de explosión.

Antes de entrar en materia, repasemos algunos de los términos y símbolos que usaremos:

V = Voltios, unidad de medida de Voltaje

A = Amperios, unidad de medida de la Corriente

mAh = Miliamperios Hora, unidad de medida de capacidad de carga

Carga = Elemento o elementos que se alimentan de una fuente de energía

Paquete = Encapsulado de varias celdas ó elementos conectadas en serie.

En términos más simples:

Si se dice que una batería tiene una capacidad de carga de 500mAh, y un voltaje de 4.8 V, esto significa que dicha batería será capaz de entregar a su carga 500 mili amperios durante una hora, sosteniendo su voltaje de 4.8 V. Después de la hora, el voltaje de la batería decrecerá y por ende también la corriente.

1.1 Baterías de NiCd y NiMH

Con las baterías de Níquel-Cadmio (NiCd) y Níquel-Metal Hidruro (NiMH), entender y saber mantener las baterías recargables lo considero fundamental, estas baterías fueron utilizadas en aviones eléctricos, hasta la aparición de la batería de Polímero de Litio (LiPo), actualmente han quedado relegadas a un segundo plano, siendo utilizadas para alimentar el receptor y los servos, para los sistemas de calentamiento de bujía: el chispa que todos utilizados para el arranque de nuestros motores glow. Con estas baterías podemos componer un conjunto con elementos individuales (o celdas) conectados en serie, cada uno de los cuales tiene un voltaje nominal, en estado cargado, de 1.2 V, al conectarlos en serie, el voltaje resultante del conjunto será la suma de los voltajes de cada elemento y el amperaje, el del elemento de menor capacidad.

En el mercado se comercializan elementos con capacidades entre 50 mAh y 3300 mAh. Una batería de 1000 mAh es capaz de entregar una corriente de 1000 mA (1A) durante una hora, ó 10 A durante 1/10 de hora, etc.

Al escoger los elementos de una batería: capacidad, peso y resistencia interna. La capacidad va, lógicamente, ligada al peso del elemento, aunque el avance tecnológico ha permitido incrementar sustancialmente su relación capacidad/peso en los últimos años.



Tres elementos, de 1300 (NiCd), 1700 (NiMH) y 2000 (NiCd) mAh, de 34, 26 y 57 g de peso, respectivamente. Las lengüetas de ésta última, son útiles en la interconexión de elementos, en línea o zigzag.

La siguiente Tabla ilustra la resistencia interna de los elementos de NiCd, dicho dato no figura en la batería habitualmente, se tendrá que recurrir a los catálogos técnicos de los fabricantes para obtenerlo. En general, las baterías de NiCd tienen una resistencia interna inferior a la de las pilas no recargables, de tipo alcalino: como referencia, una pila alcalina de tamaño AA tiene una resistencia de 0.15 ohmios (150 mOhms).

Tipo	Res. Int. (mOhms)	Tipo	Res. Int. (mOhms)	Tipo	Res. Int. (mOhms)
N-50AA	55	KR-1200AUL	12	N-500AR	9
N-110AA	30	KR-1300SC	6	N-800AR	6
N-270AA	15	KR-1400AE	10	N-1250SCRL	4.5
KR-600AE	8.5	KR-1700AE	7	N-1700SCR	4
N-600AA	12	KR-1800SCE	6.5	RC-2000	4
KR-800AAE	12			RC-2400	4

Las baterías recargables son capaces de liberar una corriente elevada, la corriente máxima está limitada por su resistencia interna. Las baterías de NiMH, de mayor capacidad que las de NiCd (un 70% más) tienen en cambio una resistencia interna algo superior a las de NiCd, que pueden tener valores de 18 mOhm.

Corriente máxima de descarga de los elementos NiCd en función de su resistencia interna

Resistencia interna por elemento (mOhms)	Corriente máxima de descarga (A)
4	70
5 a 9	30
10 a 12	menos de 25
12 a 17	menos de 15

En una batería de elementos en serie, la resistencia interna del conjunto será el resultado de multiplicar la resistencia de cada elemento por el número de estos. Cuando se cierra el circuito eléctrico a través del motor, la resistencia de la batería produce una caída de tensión debido a su resistencia interna: el voltaje suministrado por la batería es inferior al que se mide en circuito abierto. Esto significa que parte de la energía de la batería se consume y disipa en el interior de la batería en forma de calor.

Visualicemos este fenómeno con un ejemplo: Una batería de 7 elementos recién cargada suministra, en vacío, un voltaje de casi 10 V; cuando se cierra el circuito a través de una carga (motor) con una corriente de, digamos, 25 A, el voltaje por elemento cae a 1 V, dando un total de 7 V para la batería. Los restantes 3V x 25 A= 75 w se disipan ¡en forma de calor!

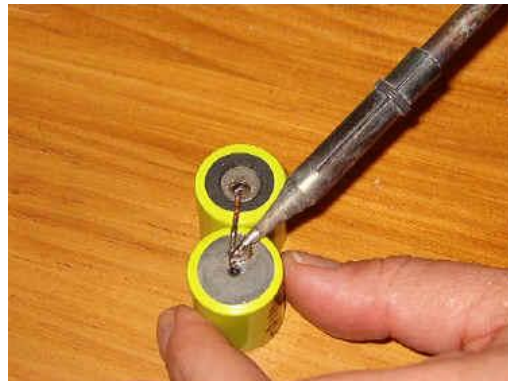
Ejemplo: A la hora de seleccionar los elementos a utilizar para alimentar un cierto motor eléctrico, es preciso considerar su resistencia interna como factor tan importante como la capacidad o el peso. Imaginemos que deseamos diseñar un modelo con una motorización que consume 20 A. Escoger unos elementos con una capacidad de 1700 mAh es adecuado, pues permitiría vuelos de $1.7/20 = 0.085$ horas = 5 minutos a plena potencia (en la práctica, reduciendo la potencia una vez el avión en el aire y con una gestión inteligente del control de "gases" se puede incrementar este tiempo a 8-12 minutos).

1.1.2 Construcción de baterías NiCd y NiMH, a partir de elementos sueltos

La adquisición de elementos sueltos de NiCd ó NiMH es considerablemente más económica que la compra de "packs" o baterías ya hechas.



La soldadura de los elementos, en serie, se hace soldando el positivo de una celda con el negativo de la siguiente, es sencilla y se puede hacer de forma sencilla. Si las celdas vienen provistas de lengüetas metálicas, la soldadura en línea es sencilla, plegando las lengüetas sobre sí mismas. Si las celdas vienen desnudas, se aconseja lijar superficialmente ambos polos y estañarlos previamente, para asegurar luego una soldadura limpia.



Tras soldar los elementos se efectúa la conexión de los cables de alimentación, del grosor adecuado y los conectores correspondientes. Por último, se recomienda embutir la batería en una manga de plástico termo-retráctil, que se contraerá aplicando calor con un secador de pelo o plancha, dando una enorme resistencia mecánica al conjunto.

1.1.3 Carga y descarga de las baterías NiCd y NiMH:

El calor es el gran enemigo de los elementos de NiCd y aún más de las de NiMH. Si se carga una batería con una corriente elevada y una vez alcanzada la carga máxima se sigue suministrando corriente, ésta se disipará en el interior de la batería en forma de calor, pudiendo deteriorarla o incluso destruirla. Existen cargadores de baterías comerciales que detectan el momento de carga máxima, pues en ese punto se observa un pico en el voltaje (aumenta hasta un máximo y luego disminuye), interrumpiendo en ese momento el proceso de carga. Estos cargadores permiten un proceso de carga relativamente rápido, con corrientes de 2 a 3 C, para NiCd, y 1C para NiMH, donde C es la capacidad de la batería. Una batería de RC-2000 (capacidad 2Ah) se puede cargar

a $3C = 6A$, sin deterioro si el proceso de carga se interrumpe una vez alcanzada la máxima capacidad. Tras la carga rápida, se observa que las baterías están tibias.



Hay cargadores muy económicos y otros no tanto y muy sofisticados, que conectados a la batería de un coche, a una fuente de alimentación de 12-14 V ó directamente a 220 V, permiten cargar y descargar, todo tipo de baterías. Si se desea cargar baterías de mayor número de elementos, se tendrá que considerar la adquisición de cargador más sofisticado.

1.1.4 Memoria y ciclado de baterías NiCd y NiMH:

El llamado "efecto de memoria" en las baterías de NiCd (que no existe en las de NiMH) es aún motivo de controversia. Mientras que la experiencia de mucha gente asegura que la descarga parcial de una batería de NiCd, seguida de una carga y otra descarga parcial etc. va reduciendo poco a poco la capacidad de la batería, otros aseguran que el efecto de memoria es ficticio, y sólo se da si la descarga parcial sucede en todas las ocasiones hasta el mismo punto, lo que es muy improbable que ocurra en la realidad. El supuesto efecto de memoria se puede suprimir mediante el ciclado de las baterías, descargándolas CASI por completo y volviéndolas a cargar en su totalidad varias veces.

Las baterías recién adquiridas son "perezosas" y no adquieren su máxima capacidad ni entregan su máxima corriente hasta que se las ha ciclado algunas veces. Este efecto también se observa en baterías que se han cargado con una corriente no muy elevada pero durante un largo tiempo (días o semanas): esto produce el crecimiento de cristales en el electrolito y reduce drásticamente la capacidad de carga, pero se puede solucionar ciclando las baterías algunas veces.

NUNCA SE DEBE DESCARGAR COMPLETAMENTE una batería, bajo riesgo de producir la llamada "inversión de polaridad": una batería nunca está compuesta de n elementos exactamente iguales, en capacidad y prestaciones, por lo que, en una descarga total, inevitablemente se descargará antes el elemento más débil, y al seguir circulando corriente impulsada por los elementos más fuertes, se producirá la carga parcial del elemento débil con polaridad contraria. Esto es nefasto para la vida útil de ese elemento, pues en su interior se crean dendritas metálicas que pueden llegar a cortocircuitar los dos electrodos, destruyendo la celda.

En vuelo eléctrico, es sabio descargar una batería hasta el punto en que salta el BEC del regulador de velocidad, lo que implica que la batería aún conserva una cierta carga. Los cargadores de baterías capaces de ciclarlas nunca las descargan completamente. Una batería así descargada (conservando aún una pequeña fracción de su carga) se conserva por tiempo ilimitado, y tendrá una vida útil de cientos de ciclos de carga y descarga.

1.1.5 Baterías de NiCd frente a NiMH:

Como ventajas fundamentales, las baterías de NiMH tienen una mayor densidad de carga (capacidad / peso superior, aprox. 40%-70% más capacidad); no contienen Cd (tóxico) y aparentemente no tienen efectos de pérdida de capacidad por mal uso, o de formación de dendritas. Como inconvenientes, tienen una resistencia interna superior que limita su uso en aplicaciones de alta potencia. Es cierto que han aparecido nuevos tipos en el mercado, que prácticamente igualan en capacidad de descarga a las celdas del mismo tamaño de NiCd. Otro inconveniente es que no admiten una carga tan rápida como las de NiCd, bajo riesgo de deteriorarlas. Es una buena medida no cargarlas a regímenes superiores a C: una celda RC3000 HV se podrá cargar sin problemas a 3 A. Aún más que en el caso de NiCd, los elementos de NiMH son sensibles al calor: Un sobrecalentamiento puede producir gases internos y sobre presiones que dan lugar a escapes de electrolito y pérdidas de estanqueidad, reduciendo la vida útil de las celdas. El estado de carga total es también más difícil de detectar en las NiMH, por lo que se recomienda el uso de cargadores que especifiquen su aptitud para cargar baterías de NiMH, evitando así sobrecalentamientos indeseados.

1.1.6 Baterías de Li-Po:

La aparición de las baterías de Litio-Polímero revolucionaron, el vuelo eléctrico. Estas baterías tienen una densidad de energía de entre 5 y 12 veces las de Ni-Cd ó Ni-MH, a igualdad de peso. En modelos eléctricos, esto ha supuesto un aumento en la duración de los vuelos de, típicamente 5-10 min. con Ni-Cd o Ni-MH, hasta entre 20 y 30 min. con Li-Po. A igualdad de capacidad, las baterías de Li-Po son, típicamente, cuatro veces más ligeras que las de Ni-Cd de la misma capacidad.



La gran peculiaridad a tener muy en cuenta con estas baterías es que requieren un trato mucho más delicado, bajo riesgo de deteriorarlas irreversiblemente o, incluso, llegar a producir su ignición o explosión. En general, precisan una carga mucho más lenta que

las de NiCd, en general entre 0,5 C ó máximo 1C (donde C es su capacidad); una batería de 1000 mAh deberá cargarse, como mucho a 1 A, lo que implica períodos de carga de, típicamente, una hora. Además, la carga de las baterías de Li-Po no produce el pico de tensión característico de las de Ni-Cd o NiMH al alcanzar la máxima carga, por lo que se precisan cargadores específicos para Li-Po; bajo ningún concepto se deberán cargar con cargadores diseñados para Ni-Cd o Ni-MH.

No sólo eso, nunca se deberán descargar tan profundamente como es posible hacerlo con las de Ni-Cd o Ni-MH, ya que si alguna celda se descarga por debajo de 2,3 V, la celda ó batería se descompone interiormente causando un cortocircuito con aumento de temperatura y consecuente riesgo de explosión, por lo que normalmente nunca la deberemos descargar por debajo de 3.0 V, como medida de seguridad; también se deberá tener cuidado con la sobrecarga, ya que si se sobrepasa la tensión de 4,235V a la hora de cargarla, también se causaría la destrucción irremediable de la célula.. Por ello, deberán usarse, en modelos eléctricos, reguladores de velocidad especiales para Li-Po, que cortan la corriente por debajo de determinado voltaje crítico y cargadores de calidad.

Un elemento de Li-Po tiene un voltaje nominal, cargado, de 3.7 V. Los elementos de Li-Po se pueden agrupar en serie (S), para aumentar el voltaje total, o en paralelo (P), para aumentar la capacidad total. El código 3S indica tres elementos conectados en serie ($3 \times 3.7 = 11.1$ V); el código 4S2P indica 2 grupos en paralelo de 4 elementos en serie ($4 \times 3.7 = 14.8$ V con capacidad duplicada). Como referencia, un pack 2S equivale aproximadamente, en voltaje de salida, a uno de 7 elementos de NiMH; un pack 3S equivale aproximadamente a uno de 10 elementos de NiMH.

Las baterías de Li-Po, además de especificar su capacidad (en mAh) y su número de elementos (voltaje= $n \times 3.7$), indican la corriente máxima que son capaces de suministrar sin sufrir daños, en múltiplos de C (capacidad). Así, una batería de 800 mAh y 15 C es capaz de suministrar una corriente máxima de 15×0.8 A= 12 A. lógicamente, una batería dimensionada para proporcionar mayor corriente tiene también mayor peso y volumen, por lo que a la hora de adquirir una batería de Li-Po es preciso evaluar la corriente máxima que previsiblemente llegará a exigírsela, pero sin pasarse demasiado, so pena de incrementar innecesariamente el peso y volumen del pack.

La experiencia con las baterías de Li-Po es tremendamente positiva; han permitido alcanzar una ligereza nunca imaginada a los modelos, que redunda en características de vuelo brillantes y tiempos de vuelo prolongados; requieren los cuidados básicos que se han mencionado, que se resumen en cargarlas a un régimen no superior a 1C y no superar la corriente máxima de descarga ni apurar la descarga más de lo recomendado; son una inversión algo costosa, pero que puede dar muchas satisfacciones a largo plazo si se las cuida como es debido.



Aunque las LiPos son relativamente caras, es posible conseguir precios muy razonables en algunas compañías de venta por Internet.

Si en cualquier momento observa que una batería Lipo se hincha o derrama líquido, desconectarla y observarla durante 15 minutos en un lugar seguro. Esto podría causar la ignición de la batería debido al contacto entre el aire exterior y los componentes químicos de la batería. El lugar para observar esto debe ser un área segura fuera de cualquier lugar cerrado y alejado de cualquier material combustible.

Debe tenerse mucho cuidado de que **NUNCA se toquen los dos terminales de la batería**, este cortocircuito podría hacer que la batería se incendiase. Adicionalmente, tener mucho cuidado de que el cortocircuito tampoco sea provocado al conectar los terminales a través de anillos o pulseras que lleve puestas al manipularlas, pues puede provocarse heridas graves en ese caso. Si por cualquier razón tiene que cortar los terminales de la batería, hágalo uno por uno para no correr el riesgo de provocar un cortocircuito.

Una batería que haya sufrido un golpe, cortocircuito u otro problema puede llegar a incendiarse incluso 10-15 minutos después de haberse producido este hecho. Lleve rápidamente la batería a un lugar seguro como el descrito en el punto anterior y obsérvela durante 15 minutos.

NUNCA almacene sus baterías en un vehículo ni en cualquier lugar donde se puedan alcanzar temperaturas altas. Las temperaturas extremas pueden causar el incendio de la batería.

Almacenamiento y Transporte:

1. Guarde las baterías en lugares con temperaturas entre 4 y 27 °C para mantenerlas en perfecto estado.
2. No exponga las baterías a la luz directa del sol durante periodos largos de tiempo.
3. Cuando transporte las baterías, la temperatura debe mantenerse entre -5 y 66°C
4. **Mantener las baterías en un lugar con una temperatura mayor de 77° C durante más de 2 horas puede estropear la batería y/o causar un incendio.**

Cuidado de las Baterías:

1. **Nunca descargue una batería por debajo de 3V por elemento**, puede provocar un incendio y estropearía la batería. Para ello debe tener cuidado de no agotarla más de lo debido empleando dispositivos de corte por bajo voltaje o reguladores especialmente diseñados para baterías LiPo.
2. Tenga mucho cuidado de **NO PERFORAR** ningún pack de baterías LiPo, puede provocar un incendio.
3. Sobre temperatura de funcionamiento:
 - Durante la carga: de 0 a 45° C
 - Durante la descarga: de 0 a 60° C
 - Deje enfriar hasta la temperatura ambiente la batería LiPo antes de empezar la carga.
 - Durante el manejo y la carga de baterías LiPo, nunca sobrepase los 71° C de temperatura.
4. Como realizar la primera descarga: Realice vuelos de 6 minutos con 15 minutos de descanso entre ellos para hacer un primer “rodaje” de la batería.

Fin de vida de las baterías LiPo:

Cuando la capacidad de la batería haya disminuido un 30%, deberá desecharla. Para ello descárguela a 3V por elemento, aisle sus terminales, envuélvala en plástico y entréguela en un Punto Limpio.

1.2° CARGA de BATERIAS:

La carga es el proceso por el cual se reestablece la energía descargada de una batería; es decir, restablece la capacidad original de la batería.

Trataremos los métodos de carga mas recomendados por los fabricantes para los tipos de baterías recargables más utilizados **Ni-Cd (Níquel Cadmio)**, **NiMh (Níquel Metal Hidruro)**, **Plomo –Ácido** y **LiPo**.

Procedimiento recomendado:

1. Lo primero será determinar el tipo de batería y toda la información que podamos obtener de ella. En la cubierta exterior de la batería o paquete, debe haber como mínimo los datos correspondientes a su capacidad, composición química y voltaje; además, algunas de ellas incluyen una anotación sobre la forma como deberá ser cargada.



Celda o elemento de Ni-Cd (Níquel Cadmio)- de 1.25 V y 500 mAh



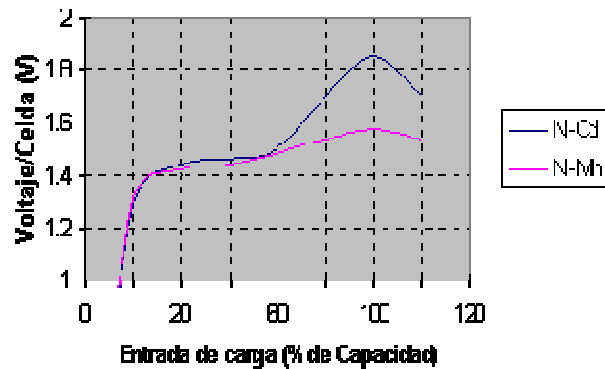
2. Para cargar una batería eficientemente sin deteriorarla y sin disminuir su tiempo de vida útil, tenga en la cuenta:
 - Elegir el ratio de carga adecuada (Ver Métodos de Carga)
 - Durante la carga mantener controlada la temperatura.
 - Utilizar el método mas apropiado para detectar la terminación de carga
3. La batería a cargar debe estar completamente descargada, es decir, el nivel de voltaje por celda debe ser a 1.1V para las baterías de NiCd y NiMH. Para garantizar que la batería esta completamente descargada se recomienda el uso de descargadores

(Circuitos electrónicos que descargan la batería con una corriente constante hasta detectar 1.1V por celda).

- El método apropiado de carga para una batería estará determinado por: la corriente o el voltaje que se debe aplicar a la batería, además del sistema que se use para el corte de la carga o la detección de que la batería se encuentra completamente cargada.

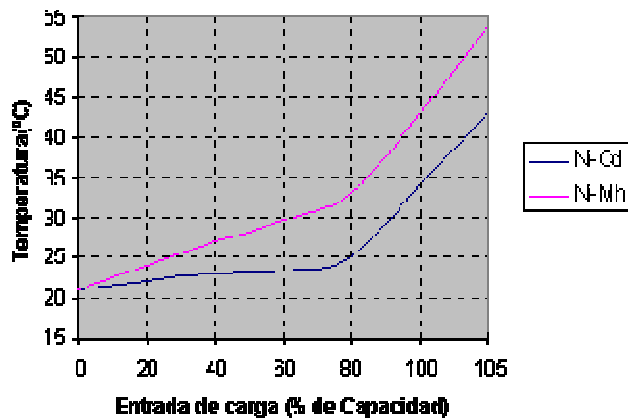
Comparación de parámetros de las baterías durante la carga

Comportamiento del voltaje durante la carga



Al conectar una batería descargada al equipo cargador, el voltaje por cada celda se incrementará progresivamente hasta alcanzar el 100% de la capacidad de carga. Cuando se alcanza el 100% de la capacidad, se nota un leve descenso en el voltaje por celda, es decir, el rV (Delta de V) se hace negativo. **Nótese** que en la batería de NiMH el rV es mucho menor la pendiente del descenso es mas leve.

Comportamiento de la Temperatura durante el proceso de carga



La temperatura también presenta un ascenso durante la carga, sin embargo, la pendiente en la temperatura de las baterías de NiMH es mas alta.

1.2.1 Carga de baterías de NiCd:

Carga Normal estándar:

Por lo general las baterías Ni-Cd pueden cargarse aplicándoles una corriente constante de **C/10** (Capacidad en mAh de la batería dividido 10) durante un periodo de 12 a 15 horas.

Carga Rápida (6 a 8 horas) :

No todas las baterías de Ni-Cd pueden cargarse con este ratio de corriente. Verificar en la etiqueta de la batería o con el fabricante si la batería soporta este tipo de carga.

Para una carga rápida, se aplica a la batería una corriente equivalente a **C/5** (Capacidad en mAh de la batería dividido 10 o $0.2 \times C$) por un periodo de 6 a 8 horas.

Para evitar sobrecarga de la batería, este tipo de carga debe complementarse con un temporizador que corte la carga en el tiempo recomendado.

Carga Súper Rápida (1 a 2 Horas):

Solo algunas baterías de Ni-Cd están construidas para soportar este tipo de carga. Verificar en la etiqueta de la batería o con el fabricante si la batería soporta este tipo de carga.

Los cargadores diseñados para este tipo de carga, son los más complejos y costosos, pues estos poseen además de una fuente de corriente constante, circuitos especialmente diseñados para detectar el **rV** (Delta de Voltaje) y el tiempo de carga, recomendado por los fabricantes.

Para realizar cargas en tiempos entre 1 o 2 horas, se aplica a la batería una corriente entre $0.5C$ a $1C$ ($C/2$ a C) hasta que es detectado un descenso en el voltaje (**rV** negativo ver grafico Comportamiento del voltaje Durante la carga). Después de detectar el descenso en voltaje de las celdas, automáticamente se reduce la corriente a un valor mínimo necesario para el sostenimiento de la carga (0.05 a $0.033 C$).

1.2.2 Carga de baterías de NiMh:

Muchas de las características de operación de las baterías de NiMh son similares a las de las baterías de Ni-Cd (Níquel Cadmio). Sin embargo, las baterías de NiMh (Níquel Metal Hidruro) tienen como ventaja la alta densidad de energía (capacidad) que implica un mayor tiempo de vida. Además, el NiMh (Níquel Metal Hidruro) es ambientalmente mas amigable que el NiCd por no contener adiciones de cadmio ni plomo.

1.2.3 Carga de baterías SLA(Sealed Lead-Acid) Plomo-Ácido:

Las baterías de plomo-ácido requieren para su carga un tratamiento diferente a las baterías de NiCd y NiMh, la principal diferencia es que para las de Plomo-ácido se utilizan voltajes fijos a cambio de corrientes fijas.

Voltaje Constante:

La carga de baterías de Plomo-Ácido se logra aplicando a la batería un voltaje constante de 2.45 voltios por celda, ej.: Para una batería SLA de 12 voltios, que tiene 6 celdas serán 14.6V, con una temperatura ambiente de 20 a 25 °C. La carga estará completa en 3 horas si la corriente ha sido estable.

Voltaje constante y Corriente constante:

En este método se carga la batería controlando la corriente a 0.4C y el voltaje a 2.45 voltios por celda, ej.: Para una batería SLA de 6 voltios, que tiene 3 celdas serán 7.35V, con una temperatura ambiente de 20 a 25° C; tardará entre 6 a 12 horas dependiendo del estado de descarga de la batería.

Carga Rápida:

Cuando se carga rápidamente una batería SLA, se requieren altas corrientes de carga por un corto espacio de tiempo para restablecer la energía que ha sido descargada. Medidas adecuadas como el control de la corriente de carga son requeridas para prevenir la sobrecarga cuando la carga es completa.

Requerimientos básicos de un cargador rápido para baterías SLA son:

- Suficiente capacidad de corriente
- La corriente de carga debe ser automáticamente controlada para prevenir sobrecarga aún cuando en cargas prolongadas.
- La temperatura ambiente no debe ser superior a 40° C ni inferior a 0° C.
- Debe garantizarse un ciclo de vida (Carga/descarga) seguro. De acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

1.2.4 Carga de baterías LiPo:

Deberemos disponer de un cargador específicamente diseñado para la carga de baterías LiPo, que deberá ser seleccionado para la corriente y n° de elementos de las baterías a utilizar ó que utilizaremos en un futuro, dependiendo de nuestro presupuesto, podremos adquirir uno con más calidad y funciones, control temperatura de las baterías, conectividad con PC, que permita alimentación bi-tensión (12 V y 220 AC) etc., dado lo delicado que es el uso y manejo de estas baterías, la sugerencia pasa por orientarse hacia un cargador de buena calidad y prestaciones, ya que como hemos referido, este tipo de baterías son susceptibles de incendiarse con facilidad en ciertas situaciones.

Los cargadores incluyen un balanceador de carga, que permite cargar o descargar cada celda independientemente, si el proceso lo requiere, función que normalmente realiza el cargador de forma automática. Es conveniente, para evitar que, con el uso, en cargas y descargas sucesivas, alguno de los elementos se debilite, adquiriendo progresivamente menos carga y pueda llegar a destruirse arrastrado por los elementos más fuertes. Con el balanceador, cada elemento recibe la carga que necesita, de manera que el pack se mantiene permanentemente equilibrado, lo que prolonga su vida útil. Los packs de LiPo vienen provistos de un terminal de carga, que se conecta directamente al balanceador, además de los cables de carga/descarga, dichos terminales son específicos para cada tamaño del pack.

Deberemos aprender a manejar el programa y el funcionamiento del cargador, de forma que hagamos la selección adecuada: Corriente de carga, tensión, etc., recordemos las tensiones de los paquetes más habituales, considerando que cada celda tiene 3,7 V:

2S: 7,4 V, 3S: 11,1 V 4S: 14,8 V

5S: 18,5 V 6S: 22,2 V

Dato que normalmente encontraremos en el envoltorio del pack.

La carga de estas baterías se hace mediante una técnica de la carga más compleja. Se conoce como CC/CV (constant current / constant voltage):

Constant Current, significa que durante todo el proceso de carga, la corriente empleada se mantiene a un nivel constante que nunca deberá de sobrepasar 1C (1C= una vez la capacidad de la batería). Normalmente la corriente de carga se encuentra entre 0,5C y 1C. En células descargadas que tengan una tensión de menos de 2,9V, la corriente de carga no deberá sobrepasar 0,1A.

Constant Voltaje, significa que la tensión de carga se debe mantener a un nivel constante que no sobrepasará los 4,235V bajo ningún concepto.

Generalmente, al comienzo del proceso de carga, la corriente eléctrica se aumenta paulatinamente hasta que la célula tenga una tensión de 3,6V, a partir de cuando la corriente alcanza su máximo. Hacia el final del proceso de carga se disminuye paulatinamente la corriente para aprovechar el máximo de la capacidad de la batería. Para ello se espera a que se alcance el límite de tensión de 4,235V y se reduce la corriente de tal forma que no se sobrepase este límite. Cuando la corriente haya disminuido hasta 0,1A generalmente se finaliza el proceso de carga.

Los cargadores modernos, normalmente tienen la función de Balanceo activo, es decir, que el cargador, va enviando tensión a cada celda, optimizando la tensión separadamente, de forma que concluiremos la carga teniendo todas las celdas con igual tensión. Los balanceadores que funcionan de modo pasivo, modo en el que normalmente funcionan cuando en el cargador utilizamos solo el proceso de balanceo, lo que hacen es consumir el exceso de carga que tenga una determinada celda del pack.

Sobre el proceso de carga:

1. **Emplear sólo cargadores específicos** para baterías de Polímero de Litio (LiPo). En caso contrario puede provocar un incendio.
2. **Nunca cargue las baterías LiPo sin estar presente:** Siempre debe vigilar el proceso para poder reaccionar ante cualquier problema que se pudiese plantear.
3. **Cargue las baterías en un área segura** y aislada de cualquier material inflamable.
4. Deje enfriar la batería a la temperatura ambiente antes de comenzar la carga.
5. **NUNCA CARGUE BATERÍAS EN SERIE.** Cargue cada pack individualmente. El hacerlo en serie puede provocar que el cargador no reconozca la batería adecuadamente y se configure con parámetros erróneos que pueden averiar las baterías, o incendiarlas.
6. No sobrecargue las baterías, puede provocarse un incendio.
7. Tenga cuidado de seleccionar en el cargador siempre el **nº de elementos** que tiene la batería (2,3,4,...) según se indica en la pegatina que lleva la batería. Seleccionar un nº incorrecto y comenzar la carga puede significar el incendio de la batería.
8. Chequear el voltaje del pack antes de comenzar la carga. **Nunca las ponga a cargar si el voltaje por elemento es MENOR DE 3,3V.** Por ej. en una batería de 2 elementos (2S), el voltaje del pack debe ser superior a 6,6V para poder cargarlas, en uno de 3 elementos (3S), debe superar los 9,9V, etc.
9. La **corriente de carga** que debe seleccionar en el cargador siempre debe ser **MENOR QUE 1C.** Es decir, si va a cargar un pack de 2000 mAh, siempre deberá configurar una corriente menor o igual de 2 A (2000 mA).
10. Compruebe por favor el voltaje del pack antes de la primera carga para ver si le han llegado en buen estado, estos son los valores que deben tener:
 - a. **Lipos 2S** (2 elementos): **entre 8,32 y 8,44V**
 - b. **Lipos 3S** (3 elementos): **entre 12,48 y 12,66V**
 - c. **Lipos 4S** (4 elementos): **entre 16,64 y 16,88V**