

## Baterias recarregáveis

Existem diversos tipos de baterias recarregáveis:

NiCd=NíquelCádmio,  
NiMH=NíquelMetalHidreto,  
LiIon=Íons de Lítio,  
LiPo=Polímeros de Lítio,  
LiCoO=Óxido Lítio-Cobalto,  
Pb=Chumbo/ácido,  
etc.

As vantagens/desvantagens entre cada um dos tipos de baterias, depende do projecto onde se integram, nomeadamente:

1. tensão,
2. corrente,
3. corrente máxima
4. peso,
5. dimensões,
6. manutenção,
7. formato,
8. custo,
9. etc.

Neste apontamento são efectuadas algumas considerações apenas sobre as **baterias LiPo**.

As baterias de **Lítio-íon-Polímero** têm os mesmos elementos que as demais baterias, isto é, são constituídas por um ânodo, um cátodo e um eletrólito.

O ânodo pode ser constituído, por exemplo, por óxido de cobalto-lítio e o cátodo, por exemplo, por carbono-lítio.

A diferença em relação às baterias de íões de lítio é que as LiPo tem um eletrólito gel micro poroso que aumenta a condutividade eléctrica.

Uma grande vantagem das baterias de Lítio é que são constituídas por folhas de laminado, que não precisa de

compressão, e assim a sua construção pode apresentar-se em qualquer formato, e de qualquer espessura.

características destas baterias:

1. Grande capacidade de descarga,
2. Peso e volume reduzido (quando comparadas com as de outros tipos)
3. Pequena resistência interna
4. Sem efeito de memória
5. Diversos tipos de formato
6. Sem necessidade de manutenção

### **Conceitos:**

#### ***Célula:***

Uma célula é uma unidade geradora de energia eléctrica integrando três componentes, o ânodo e o cátodo e um eletrólito, que transforma energia química em eléctrica e vice-versa.

#### ***Bateria:***

Uma bateria não é mais do que um pack de n células individuais, ligadas entre si, cada uma das células fornecendo 3,7 Volts e acondicionadas num invólucro.

Geralmente são protegidas com uma manga termoretráctil.

#### ***Tensão da célula:***

A tensão de uma célula é a diferença dos potenciais gerados entre o ânodo e o cátodo através do eletrólito. Estes potenciais dependem dos materiais com que são construídos o ânodo e o cátodo, e das características (material, estado, concentração, etc.) do eletrólito.

A tensão de uma célula não é um valor que se mantém constante. Varia em função da carga, da temperatura, etc.

Nestas células a tensão varia desde os 2,7 Volts quando estão completamente descarregadas, até 4,23 Volts quando estão totalmente carregadas.

**Tensão nominal da célula:**

Nestas baterias considera-se 3,7 Volts como a respectiva tensão nominal (teórica).

**Tensão da bateria:**

É a voltagem que a bateria fornece (medida em Volts) e que resulta do soma das tensões de cada uma das células ligadas em série.

**Tensão nominal da bateria:**

É a tensão (Volts) que resulta do produto do número de células ligadas em série pelo valor da tensão nominal de uma célula (3,7V).

**Corrente:**

É a quantidade de corrente eléctrica que em dado momento a bateria está a fornecer ao equipamento, por exemplo, quando alimenta um motor eléctrico. É medida em miliAmpéres/hora (mAh) ou Ampéres/hora(Ah).

**Corrente nominal:**

É o valor da corrente da bateria correspondente a 1C. Pode-se definir como a medida da energia que é possível armazenar por uma bateria nova.

**Corrente de carga:**

É a quantidade de corrente eléctrica que se pode fornecer em segurança à bateria. É medida em miliAmpéres/hora (mAh) ou Ampéres/hora(Ah).  $1A = 1000 mA$ .

Tipicamente, uma bateria pode ser recarregada com uma corrente à razão de até 1C, salvo indicação do fabricante.

Por exemplo, uma bateria de 2300 mAh 1C pode ser recarregada a 2300 mAh, o que significa que ao fim de uma hora estará carregada.

Ou a 1150mAh (a 0,5C) e então a carga demorará cerca de duas horas.

Um valor seguro de carga é recarregar a bateria a 0,7C.

**Corrente de descarga:**

É a máxima corrente que a bateria pode fornecer e é medida em "C", sendo 1C a capacidade nominal da bateria.

Uma bateria de 2300 mAh que está a ser descarregada a 1C fornecerá uma corrente ao equipamento de 2300 mA durante uma hora.

Se for a 20C, pode fornecer uma corrente de 46 Amperes (46000 mAh/1000), durante 3 minutos (60 min/20).

Se for a 0,5C fornece uma corrente ao equipamento de 1150 mA durante duas horas, etc.

**Efeito de memória:**

Com o uso, alguns tipos de baterias (NiCa) vão perdendo a capacidade devido à formação de cristais nas placas das células. As baterias Lipo não têm esta característica.

**Auto descarga:**

Quando a bateria está muito tempo sem utilização, perde carga. Este valor é cerca de 1% da carga por ano. Por isso, as baterias sem utilização devem ter regularmente inspeccionadas para evitar que se ultrapassem os valores mínimos de carga.

**Ciclos de carga/descarga:**

É o número de vezes que uma bateria pode ser carregada/descarregada.

**Resistência interna:**

É o valor da resistência que a bateria apresenta em resultado da passagem da corrente eléctrica pela mesma. Quanto mais pequena for essa resistência, melhor será o seu desempenho e fornecer o máximo da energia disponível.

Se a resistência interna for muito grande, a bateria não consegue fornecer energia mesmo que tenha carga disponível.

**Balanceamento:**

As tensões das diferentes células devem ser obrigatoriamente o mais iguais possível.

A diferença admissível entre as tensões deve ser o mínimo possível, sempre abaixo dos 0,05 Volts.

Daí a necessidade do seu balanceamento, isto é, nivelar para que todas as células tenham a mesma tensão.

As baterias apresentam uma ficha com o propósito de monitorizar e manipular cada uma das células. Só assim é possível que na carga todas as células da bateria fiquem com os mesmos valores.

Alguns fabricantes produzem os seus modelos de baterias com a ficha do balanceamento diferente do tipo JST-XH. Por exemplo: HP (Hyperion Polyquest) ou TP (Thunder Power) as quais têm diferenças nas cores dos cabos, distância entre os pinos, encaixe, etc.

Por exemplo num pack 3S 1P (ou 3S 2P) a configuração possível será:

um cabo vermelho e os três seguintes azul, amarelo e negro.

**Cuidados a ter com a bateria:**

Não usar toda a capacidade da bateria antes de ter pelo menos 10 cargas e descargas.

Um processo inicial, pode ser:

1. Carregar totalmente
2. Descarregar lentamente a 1C até metade da sua capacidade de carga
3. Carregar totalmente
4. Descarregar lentamente a 1C até um quarto da sua capacidade de carga
5. Carregar totalmente
6. Descarregar lentamente a 1C até um oitavo da sua capacidade de carga
7. Carregar totalmente

## 8. Descarregar lentamente a 1C até ao fim da sua capacidade de carga

Se a bateria apresentar uma resistência interna elevada, pode-se tentar minimizar a situação efectuando diversos ciclos de cargas/descargas.

Quando o equipamento não estiver em uso, a bateria deve ser desligada do esc, evitando assim que se descarregue para além da tensão mínima.

Nunca provocar curto-circuito (tocar o positivo com o negativo), sob pena de incêndio ou explosão; perfurar; cortar; destruir; queimar; tentar abrir; molhar em água ou outro líquido; ou exposição a altas temperaturas.

Na montagem no equipamento certificar-se de que a mesma não se soltará e que é um local arejado.

Durante a utilização, se um motor perdeu muito rendimento, não aguardar que o ESC actue para proceder ao corte da corrente. Antes disso acontecer, deve de imediato fazer parar o equipamento em segurança.

Tomar nota dos ciclos de carga efectuados e a cada 20 ciclos (+-) deve:

1. Realizar um ciclo lento de carga. Esta recarga deve ser completa.
2. De seguida descarregar até 3 Volts por célula (atenção: cada célula não pode descarregar abaixo dos 3 Volts)
3. Recarregar para armazenagem.

Depois de uma utilização da bateria nunca se deve proceder de imediato à sua recarga. Deve-se aguardar que a mesma arrefeça e só depois de meia hora é que se pode dar início à recarrega.

Nunca deixar que a bateria LiPo chegue aos limites mínimos de carga.

Nunca forçar por software o prolongamento de fornecimento de energia para além do limite mínimo de carga.

Nunca utilizar uma bateria Lipo para fornecer energia eléctrica a equipamentos (por exemplo, um rádio) que não tenha qualquer processo de controlo (por exemplo um ESC, um voltímetro/alarme).

Não usar baterias em equipamentos que exigem valores de descarga superiores ao que a bateria suporta, isto é o valor da bateria. Deve ser sempre observada uma boa margem de segurança.

Se durante a utilização a bateria aquecer muito, é sinal de que está em sobrecarga e o equipamento está a consumir mais corrente (Ampéres) do que aquela que a bateria consegue fornecer. Perigo, pois acima dos 70º o lítio entra em combustão espontânea.

Quando se liga uma bateria a um ESC, confirmar sempre se este está correctamente programado para efectuar o corte automático de corrente.

### ***Processo de carga:***

Utilizar sempre e só um carregador tecnicamente desenvolvido para este tipo de baterias e com balanceamento.

Nunca proceder a recarga de baterias Lipo com carregadores para outro tipo de baterias (por exemplo Ni-MH). O resultado é uma violenta explosão com altas temperaturas que podem atingir alguns metros.

Os procedimentos para recarregar/descarregar uma bateria devem estar sempre de acordo com as indicações que constam no manual do respectivo carregador, e podem ser:

1. Ligar correctamente os terminais positivo e negativo da bateria ao carregador. A troca destes terminais

- pode resultar na destruição das células com incêndio e explosão.
2. Ligar sempre com o cabo JST-XH da bateria ao terminal do balanceamento do carregador.
  3. Depois de efectuadas as ligações entre a bateria e o carregador, conferir as mesmas.
  4. No carregador, seleccionar os parâmetros de carga correspondentes aos da bateria:
    - tipo de bateria,
    - carga+balanceamento,
    - números de células,
    - corrente de carga e tensão.
  5. Conferir/confirmar (as vezes que julgar por convenientes...) se estes valores estão correctos.
  6. Dar início ao processo de carga premindo o respectivo botão do carregador.

É importante saber qual é a taxa máxima de carga da bateria em carga. As baterias nunca devem ser carregadas acima de 1C de carga. O aconselhável é ser a 0,7C.

Isto significa que se uma bateria tem uma capacidade de 2300 mAh, ela deve ser carregada com uma tensão igual a 1600 mAh ( $2300 \times 0,7 = 1610$ ).

Entretanto já existem no mercado baterias Lipo com capacidade de carga superior a 1C e os respectivos carregadores com essa opção. Devem ser seguidas as indicações do fabricante.

Ter em atenção que os carregadores não detectam se a opção seleccionada de carga é ou não a adequada para a bateria em carga. Se for inserido no carregador um valor de carga superior ao admitido pela bateria, o carregador aceita e a bateria vai começar perigosamente a aquecer.

No caso de haver dúvidas seleccionar um valor baixo para a corrente.

Uma bateria não pode ser carregada por uma tensão superior aos 4,2 Volts por célula, sob pena da mesma ficar definitivamente destruída.

A temperatura ambiente deve ser de 0 a 50°C.

Durante o processo de carga deve ficar sempre sob vigilância verificando amiúde (de 10 em 10 minutos, por exemplo), se a bateria aquece, etc.

Durante o processo de carga, se a bateria aquece ou incha, parar de imediato a carga. Significa que a bateria está com problemas ou o carregador não está a funcionar bem.

Durante o processo de carga, as baterias que tenham sofrido acidentes (por exemplo, quedas), devem ser objecto de especial vigilância e atenção.

Não carregar baterias em cima de superfícies metálicas, húmidas, instáveis ou inflamáveis.

Utilizar, como medida de maior segurança e por forma a prevenir efeitos de eventuais incêndio e/ou explosão, uma bolsa especial à prova de fogo que se encontra à venda no mercado especialmente para este efeito.

Nunca carregar a bateria dentro de automóvel e ainda menos se este se encontrar em movimento.

Como medida de segurança, dispor no local da carga um extintor de incêndios.

Não utilizar baterias danificadas.

No processo de recarga (que é diferente do de outras baterias) existem duas etapas:

- Na primeira etapa a bateria é recarregada com uma corrente constante até atingir a respectiva tensão nominal após o que se inicia a
- segunda etapa, mantendo a tensão constante até que a corrente em carga seja igual ou inferior a 3% da corrente nominal da bateria.

Este processo é gerido pelos respectivos carregadores.

As tensões entre as diferentes células deve ser o mínimo possível, sempre abaixo dos 0,05 Volts.

Nunca carregar as baterias dentro dos equipamentos.

Quando se usam combinações de baterias, por exemplo 2 baterias 3S 1P 2300 mAh em paralelo para se alcançar um conjunto de 11,1 Volts e 4600 mAh, as mesmas devem estar balanceadas e com uma tolerância até 2,5%.

Se as baterias estão desbalanceadas, a bateria mais fraca será descarregada a uma tensão mais baixa antes de se verificar a paragem.

### **Descarga:**

Não são exigidas descargas completas porque estas baterias não têm efeito de memória.

Uma bateria não pode sofrer descargas ficando com uma tensão por cada célula inferior a 3,0 Volts, sob pena da mesma ficar definitivamente destruída.

Com 3,0 Volts a célula é considerada como descarregada.

Descargas parciais resultam em menor desgaste que uma descarga completa.

Considerar que quanto maior for o esforço de descarga menor será a durabilidade da bateria.

O processo de descarga através de um carregador com essa função deve ser efectuado num local arejado e, preferivelmente, com um ventilador dirigido à mesma.

Se uma bateria de 11,1 Volts se encontrar a descarregar à taxa de 0,7C, vai gerar cerca de 8 Watts.

Muitos modelos de baterias apresentam dois valores de C para descarga máxima, por exemplo 46-92C.

Isto significa que 46C é o valor que o fabricante garante para o funcionamento da bateria até à descarga completa, e 92C que a bateria pode fornecer em picos de alguns (muito poucos) segundos.

**Armazenagem:**

Nunca carregue ou descarregue completamente uma bateria antes de armazená-la.

Quando se guardam/armazenam as baterias, a sua carga deve ser a carga de armazenamento adequada (meia carga +- 3,7 Volts).

Quando se guardam as baterias por muito tempo carregadas e sem utilização, aumenta consideravelmente a sua resistência interna.

O local deve ter uma temperatura até 21º C.

Nunca congelar uma bateria.

Nunca deixar as baterias dentro das viaturas automóveis.

As baterias mesmo sem estarem em funcionamento perdem carga. Por isso, devem ser regularmente observadas, medindo a sua voltagem. Nunca devem ir abaixo dos 3 Volts em cada célula, sob pena de ficarem danificadas.

**Durabilidade:**

O tempo de vida útil de uma bateria resulta essencialmente de dois factores: Utilização e envelhecimento. Algumas baterias funcionam até cerca de 500 ciclos.

A resistência interna aumenta em função do envelhecimento e dos cuidados de utilização da bateria.

**Duração de funcionamento:**

Considerando como exemplo uma bateria de 2300 mAh, alimentando um motor eléctrico consumindo 12 Ampéres, os cálculos seriam:

$$\text{Duração de funcionamento} = 2,3 \text{ Ampéreshora} \times 60 \text{ minutos} / 12 \text{ Ampéres} = 11,5 \text{ minutos}$$

### ***A bateria - Associação de células:***

As células encontram-se ligadas entre si por forma a alcançar as tensões e correntes desejadas.

As configurações possíveis são em série e em paralelo.

Estas baterias são packs de  $n$  células e apresentam três características, designadas por:

- **S** - indica o número de células que num pack estão ligadas em série.
- **P** - indica o número de células que num pack estão ligadas em paralelo.
- **C** - (do inglês Charge) indica a capacidade (taxa) de carga e/ou de descarga, expressa em miliAmperes (mA).

Quando se associam células, uma regra importante é que todas as células tenham a mesma capacidade (mA) e tensão (Volts).

Se assim não for, a célula de menor capacidade vai descarregar primeiro que as restantes, danificando o pack completo.

Uma ligação de células em série significa que o polo negativo de uma célula liga ao pólo positivo da seguinte.

Uma ligação em paralelo significa que os polos negativos das células estão ligados em comum, e os polos positivos das células estão, por sua vez, também ligados em comum.

Na ligação em série, a tensão é igual ao somatório das tensões de cada uma das células e a corrente é a mesma das células.

Na ligação em paralelo, a tensão é igual à tensão das células, portanto igual a 3,7 Volts, e a corrente ao somatório das correntes das células.

Assim, por exemplo:

Uma bateria 3S 1P 15C de descarga e 3000 mAh, significa que:

1. É uma bateria composta por três células em série.
2. Como cada célula têm 3,7 Volts, resulta numa bateria de 11,1 Volts ( $3,7 \times 3$ ).
3. Capacidade de 3000Ah.
4. Corrente de descarga máxima de 45 Amperes ( $3000 \text{ mAh} \times 15C = 45000 \text{ mA} = 45A$ ).

uma bateria 4s 2p 20C de descarga e 4600 mAh, significa que:

1. É uma bateria composta por dois conjuntos em paralelo, cada um com 4 células em série
2. Total de células = 8 ( $4 \times 2$ )
3. Em cada conjunto série de 4 células, obtem-se  $3,7 \times 4 = 14,8$  Volts. Os dois conjuntos de 4 células em série ligados em paralelo, obtem-se um pack com 14,8 Volts.
4. Como em série, a corrente é a mesma de cada célula, e em paralelo se soma a corrente dos conjuntos em série, cada célula tem 2300 mAh (em série = 2300 mAh, em paralelo =  $2300 \times 2 = 4600$  mAh).
5. A capacidade máxima de descarga é de 92 Amperes ( $4600\text{mAh} \times 20C/1000$ ).

### **Associação de baterias:**

Também se pode associar baterias por forma a alcançar as tensões e correntes desejadas.

Quando se associam baterias, uma regra importante é que as mesmas tenham, rigorosamente, as mesmas capacidades, tensões nominais e o mesmo estado de uso. Senão, poderão ser geradas correntes internas na associação por forma a compensar as diferenças, por mínimas que sejam, provocando um indesejável consumo de energia, mesmo que o circuito exterior não se encontre ligado.

As configurações possíveis são em série e em paralelo ou série-paralelo.

Associação em série:

A tensão final é igual ao somatório das tensões de cada bateria.

A corrente é a mesma de cada bateria.

A resistência interna do conjunto é igual à soma das resistências internas de cada bateria.

Duas baterias 12 V e 3000 mAh, resulta uma bateria de 24V e 3000mAh

Associação em paralelo:

A tensão final é igual à tensão de cada bateria.

A corrente é igual ao somatório das correntes de cada bateria.

Duas baterias 12 V e 3000 mAh, resulta uma bateria de 12V e 6000mAh

Associação série-paralelo:

É a combinação das associações em paralelo e em série.

### ***Qual a bateria indicada para um determinado equipamento:***

A selecção de uma bateria deve ter em conta especialmente três aspectos:

1. A tensão com que o equipamento trabalha (em Volts)
2. A corrente máxima que o equipamento precisa
3. Durante quanto tempo o mesmo tem que funcionar.

A voltagem da bateria deve ser igual à dos equipamentos que alimenta.

Voltagens de baterias superiores às do equipamento dá origem a que os mesmos acabem por queimar.

### ***Como se apresentam:***

As baterias têm duas fichas.

Uma da corrente com cabo vermelho (positivo) e um cabo negro (negativo).

A segunda ficha, tipo JST-XH (por exemplo) tem sempre um cabo vermelho (positivo) e um número de cabos negros (negativos) tantos quantos o número de células ligadas em série.

Por exemplo num pack 3S 1P (ou 3S 2P) tem um cabo vermelho e três negros. Se é um pack 6S 1P tem um cabo vermelho e seis negros.

### ***Ligações de trabalho:***

1. Os cabos de alimentação da bateria ligam-se ao controlador electrónico de velocidade (ESC), positivo da bateria ao positivo do ESC e, igualmente, negativo da bateria ao negativo do ESC. Ter cuidado com estas ligações. A troca de fios queima o ESC.
2. Na ficha JST-XH da bateria ligar um voltímetro/alarme para monitorizar as células e dar alarme quando estas se encontram quase sem carga.

### ***Como saber se uma bateria tem carga:***

Esta medida pode ser efectuada com um voltímetro ligado ao cabo JST-XH da bateria (balanceamento).

Deste modo também se pode concluir se existem células sem carga, isoladas, etc.

### **Precaução:**

Ter muito cuidado ao inserir as pontas de prova do voltímetro nos terminais da ficha do balanceamento. Qualquer contacto incorrecto resulta na destruição das conexões ou em algo mais grave.

Processo:

Tendo como exemplo uma bateria 6S 1P, que significa um pack que tem seis células em série, a ficha JST-XH deve apresentar um cabo vermelho positivo, seguido de seis cabos negros cada um ligado ao polo negativo de cada uma das células (1P,1N,2N,3N,4N,5N,6N).

Assim para analisar a célula nº 1, ligar a ponta de prova negativa do voltímetro ao último cabo negro da ficha JST-XH (6N) da bateria e a ponta de prova positiva do voltímetro ao cabo negro imediatamente anterior ficha JST-XH da bateria(5N). Para analisar a célula nº 2 ligar a ponta de prova negativa do voltímetro ao cabo negro anterior da ficha JST-XH (5N) da bateria e a ponta de prova positiva ao cabo negro imediatamente anterior(4N) assim sucessivamente.

A célula 6 será analisada com a ponta de prova negativa do voltímetro ao primeiro cabo negro da ficha JST-XH (1N) da bateria e a ponta de prova positiva do voltímetro ao cabo vermelho (1P).

Para analisar o conjunto total das seis células, ligar a ponta de prova negativa do voltímetro ao último cabo negro da ficha JST-XH (6N) da bateria e a ponta de prova positiva do voltímetro ao cabo vermelho(1P).

### ***Outras considerações:***

- Efectuar a aquisição em estabelecimentos de confiança e preferir sempre marcas conhecidas.
- Verificar a data de fabrico.
- Adquirir o tipo de bateria em função do fim a que se destina, qual vai ser a tensão do motor, potência, duração de funcionamento do equipamento, etc.

### ***Mitos:***

Frequentemente é afirmado que as baterias Lipo são perigosas, explodem, etc. Na verdade, as baterias LiPo são tão perigosas como as demais.

Precisam, sim, de uma utilização mais cuidada que as baterias convencionais de NiCd ou NiMH, especialmente na sua manipulação e no processo de recarga.

### **ESC (*electronic speed control*)**

É um dispositivo electrónico que se liga entre o motor e a bateria e tem por função controlar a velocidade do motor e o corte da corrente quando a bateria está próximo de ficar sem carga.

### **BEC (*battery eliminator circuit*)**

O BEC, que faz parte de um ESC, é um circuito electrónico regulador para uma tensão de 5 Volts e uma corrente de 3 Amperes (por exemplo), evitando-se, assim, a necessidade de mais baterias para alimentar outros dispositivos integrados no mesmo projecto.

Como programar o esc:

1. Connectar o motor e o receptor ao ESC, sem a bateria ligada.
2. Ligue o transmissor e posicione o comando de aceleração no máximo da potência
3. Ligue a bateria e aguardar até ouvir um bip. Após 3 segundos o motor inicia uma série de bips, os quais, conforme a respectiva tabela de programação do esc (é fornecida aquando da compra do esc), darão indicação do tipo de programação desejada.
4. Para fixar o tipo de programação desejada, posicionar o comando de aceleração do transmissor no mínimo de potência. Deverá ser ouvido deseguida um bip de confirmação.
5. Ter em atenção se o breakoff ficou activo.

Nunca programar um ESC sem este estar connectado ao motor (são três cabos).

os ESC têm os seguintes cabos:

1. Os cabos de alimentação que ligam à bateria, positivo da bateria ao positivo do ESC e, igualmente, negativo da bateria ao negativo do ESC. Ter cuidado com estas ligações. A troca de fios queima o ESC.

2. Os cabos (três) para ligar o ESC ao motor (brushless), pela ordem dos fios, podendo alterar qualquer uma destas ligações para inverter a rotação do motor.
3. Cabos do BEC: positivo (5 Volts) ao pino VIN do microcontrolador Arduino, negativo ao pino GND do microcontrolador Arduino, e amarelo, que é o cabo do sinal, ao pino digital do microcontrolador Arduino conforme foi programado (programa desenvolvido nesta data para gerir o funcionamento dos motores).

Os ESC's devem ter sempre uma capacidade superior à exigida pelo motores. Por exemplo se está a controlar um motor de 18A, não se deve ligar a um ESC de 18A, mas sim a um de 25A ou melhor, de 30 Ampéres.

### ***Motores eléctricos:***

Os motores eléctricos são máquinas que transformam a energia eléctrica em energia mecânica. A corrente alternada (CA) ou contínua (CC), monofásicos ou trifásicos, grandes, mini, encontram-se em tudo onde há movimento, de variadas potências e com especificações técnicas mais ou menos extensas. É fácil encontrar em cada habitação 30 ou 40 motores eléctricos (um computador tem 5 ou 6, o frigorífico 3 ou mais, o ar condicionado 3 ou 4, telemóvel 1, etc.).

Os motores eléctricos referidos nestes apontamentos, são motores que não possuem escovas, e por isso chamados motores brushless.

Isso confere-lhes menos perda de energia, melhor aproveitamento da carga da bateria, são motores mais eficientes.

### ***Voltímetro/Buzzer:***

Os voltímetros utilizados (um por cada bateria) servem para permanentemente e durante o funcionamento do equipamento, detectar se as baterias chegaram à carga mínima limite.

Estes dispositivos medem continuamente:

1. a tensão de cada uma das células da bateria,
2. a tensão total do conjunto,
3. a diferença de tensão que existe entre cada uma das células.

Estes valores são apresentados no respectivo LCD (nalguns modelos).

Quando a tensão mínima é detectada, dispara um LED de alta potência suficiente para ser visto à luz do dia e à distância, e um buzina também de alta potência para igualmente ser ouvido à distância.

Esta tensão mínima deve ser programada no próprio voltímetro, e deve ser sempre superior a 3,0 Volts e inferior a 4,0 Volts.

Por exemplo programar o dispositivo para alarme aos 3,25 Volts. Objectivo:

Esta margem dos 0,25 Volts (ou a que for considerada por mais adequada), deve ser suficiente para, por exemplo, ter tempo para fazer aterrar em segurança um quadcopter. Caso contrário, os motores pararão em pleno vôo e a queda descontrolada do quadcopter provocará, seguramente, muitos estragos e prejuízos.

Como se ligam:

1. Devem ser ligados à ficha da bateria destinada ao balanceamento pela seguinte ordem ficha->voltímetro:
  - a. Gnd->cabo negro,
  - b. pino 1->cabo negro,
  - c. pino 2->cabo negro,
  - d. pino 3->cabo vermelho.
2. Programar ou confirmar a tensão mínima de accionamento do alarme.

### ***Outros tópicos associados:***

- Cuidados e medidas de segurança a observar, rigorosamente, nos testes do quadcopter
- Cuidados e medidas de segurança a observar, rigorosamente, aquando da realização de vôos do quadcopter
- IMU-Inertial Measurement Unit
- GPS-Global Positioning System
- Infra Red Sensor
- Ultra Sonic Sensor
- SpeakJet
- Wireless
- Hélices
- Frame