

Flieger-Fete

Jubiläums-Airmeeting des DMFV
6. bis 8. Juli 2012

**Auf dem Flugplatz
der Firma DRON AIRCRAFT**

- Nationale und internationale Toppiloten
- Umfangreiche Hersteller- und Händlermesse
- Highlights aus allen Sparten des Modellflugs
- Rahmenprogramm für die ganze Familie

**ILA
Spezial**

Weitere Themen im Heft:

Elektroflug: Primo von robbe | Helikopter: Blade mQX von Horizon Hobby
Vergleich: Beaver und Scout von CN Development | Technik: Pulsar 3 von pp-rc



High-end:
Spektrum DX18
von Horizon Hobby

Deutscher Modellflieger Verband e.V., Ruchwiesstraße 104-106, 52073 Bonn

Juni/Juli 2012 € 3,80

Bitte achten Sie auf Qualität.
Der folgende Bericht ist in Ausgabe Juni/Juli 2012 des
Magazins modellflieger erschienen.

www.dmfv.aero

Z górnej półki

Pulsar 3 z pp-rc Modellbau/Elprog



Rodzina ładowarek Pulsar ma potomstwo: wysoka wydajność, duży ekran, wysokiej wydajności balanser (16 ogniw), możliwość zapisania danych (karta SD) i moduł radiowy (Bluetooth). Pulsar 3 nie jest ulepszonym następcą Pulsara 2, to całkowicie na nowo zaprojektowane urządzenie, z genami Pulsara 2. Co potrafi - więcej wyjaśni szczegółowy test.

Niektóre ładowarki są po prostu inne i dostarczają właścicielom wiele radości (wywołują szeroki uśmiech) gdy się je posiada. 1500W mocy ładowania i 25A prądu przy max. 14 szeregowo połączonych ogniwach LiPo (14s-LiPo, a 16s-LiFe, max. 60 Volt) budzi szacunek. Dostępna moc 1500W, zarówno przy ładowaniu jak i rozładowaniu, jest do tej pory czymś wyjątkowym wśród ładowarek.

Ogólnie

Już w fazie projektowej Pulsar 3 (P3) budził różne emocje i opinie. Kluczowym powodem była „old-fashioned” (staromodna) gałka obsługi. „Uproszczenie” nie musi być jednak wadą.

Nabywając P3 otrzymujemy ładowarkę w bardzo solidnie i czysto wykonanej aluminiowej obudowie z powierzchnią odporną na

zarysowania. Gładka, z delikatną strukturą na powierzchni, obudowa (bez wystających śrub) służy równocześnie jako duży radiator. Wpuszczone śruby Torx łączą obydwie części obudowy razem. Powierzchnia nawet po kilku, trwających ponad 10 miesięcy, testach błyszczy się jak w pierwszego dnia.

I jeszcze ta obsługa jednym przyciskiem - tak, działa nawet super, ponieważ pp-rc/Elprog podarował



W lewej części obudowy znajduje się gniazdo USB, slot karty-SD i opcjonalnie - gniazdo anteny Bluetooth.

P3 logicznie zbudowane menu, z sensownie uporządkowaną strukturą. Angielskie wyrazy w menu nie przeszkadzają, gdyż takie pojęcia jak „power”, „Charge-Discharge” albo „DeltaPeak” powinien znać każdy modelarz.

Gałka manipulatora działa bez opóźnień w obu kierunkach kręcenia, poruszając przy tym kursor po menu. Dodatkowo – wciśnięcie gałki (Enter), pozwala wybrać lub zmienić funkcję. Działa to tak szybko, bezbłędnie i płynnie, że pojawia się pytanie, dlaczego nikt wcześniej nie oferował czegoś takiego z taką konsekwencją? Próby z przypadkowymi osobami pokazały, jak intuicyjna jest ob-

ługa Pulsara 3.

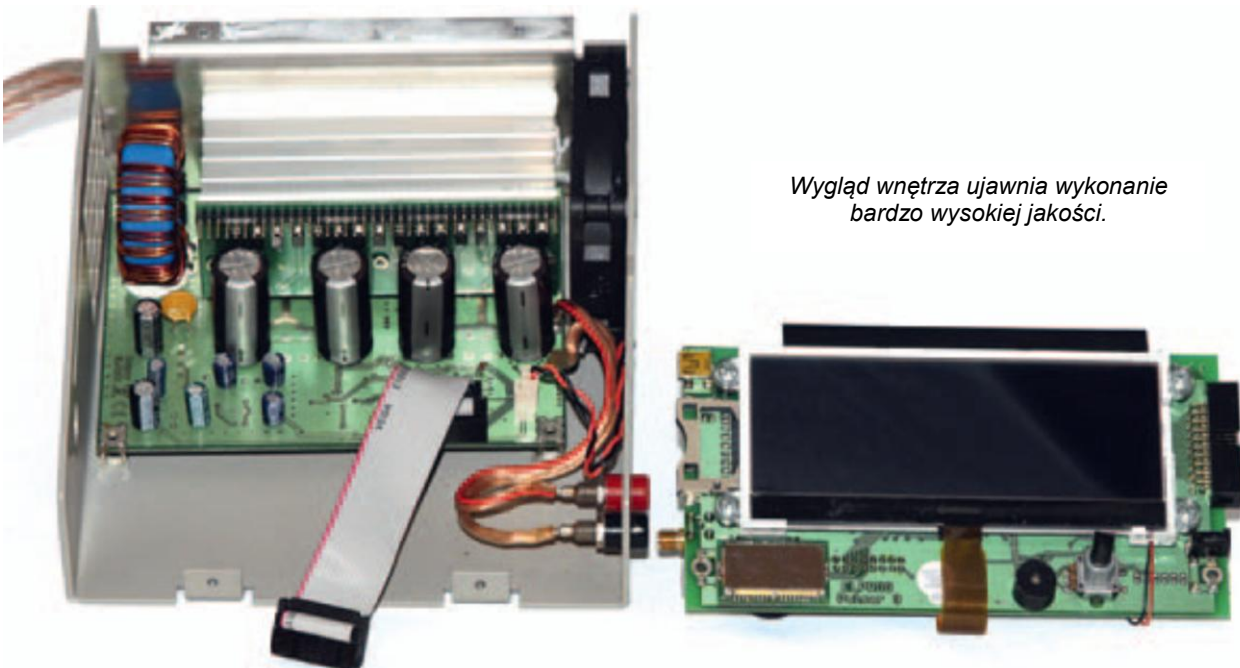
Dostarczone akcesoria są kompletne oprócz adaptera do balansera - powinien być stałym komponentem ładowarki. Do ładowarki dołączone są: czujnik temperatury, karta SD 2GB, kabel USB i bardzo obszerna instrukcja. Opcjonalnie P3 może być jeszcze wyposażony w moduł radiowy (Bluetooth, BT), przez co będzie możliwe bezprzewodowe połączenie z smartphonem lub komputerem. Jest jeszcze planowane sterowanie na odległość.

Wybitny



Po prawej stronie obudowy znajdują się podłączenia do pakietu, balansowania, czujnika temperatury oraz wentylator

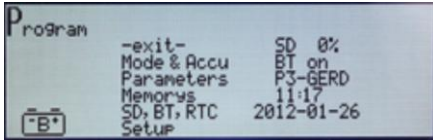
Błogim dla oczu można by określić ten wyraźny Display. Jego atrybuty to: wielkość, grafika (240x64), bardzo duża ostrość i kontrast. Jasność i kontrast można oczywiście indywidualnie dopasować. Oprócz tego możliwe jest inwersyjne wyświetlanie, co jest wykorzystywane dla rozróżnienia czy P3 jest zasilany z sieci (inwersyjny Display, ciemne tło), czy z baterii (normalny Display, jasne tło). Ma to znaczenie, ponieważ parametry w „Setup” oddzielnie ustawia się dla zasilania sieciowego i oddzielnie dla zasilania z baterii – np. czy P3 ma wytwarzać pulsujący prąd ładowania, czy ma następować zwrot energii przy rozładowaniu, itd. Nie wszystkie zasilacze tolerują pulsujące prądy (regularne oscylacje) a na pewno żaden nie toleruje zwrotu energii (przeregulowanie napięcia, niebezpieczeństwo zniszczenia) przy rozładowaniu.



Wygląd wnętrza ujawnia wykonanie bardzo wysokiej jakości.



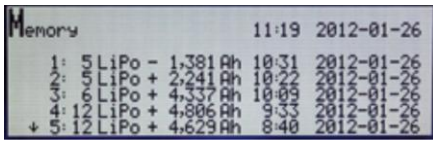
Standardowe menu z informacjami: ładowanie, pamięć nr 1, LiFe, 10A, 2,6Ah, prąd balansera max 0,5A, Fast on, Reflex off, max napięcie ładowania 3,65V/ogniwo i prawa kolumna - informacje ogólne.



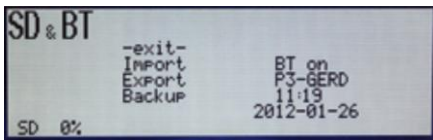
Menu „Program” pojawia się po naciśnięciu gałki przez 3 sek. W środkowej kolumnie znajdują się pojedyncze elementy menu. Z prawej - istotne informacje.



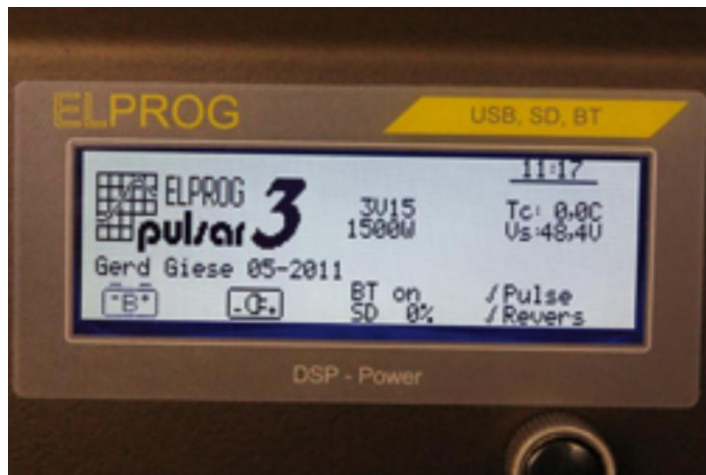
Typ baterii, proces, max. prąd balansera, fast, reflex i max. napięcie ogniwa można skonfigurować.



Można przeglądać istotne dane ostatnich 20 procesów.



„SD-BT” – obsługa karty SD, po lewej: Bluetooth - on, nazwa BT, ustawianie czasu i daty



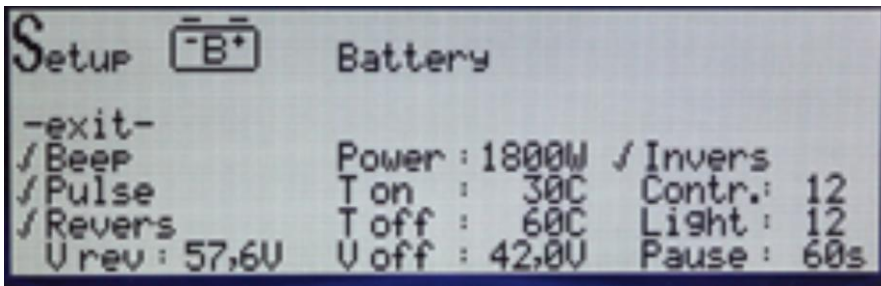
Menu „Start” z wyborem zasilania - zasilacz lub bateria

Następnym elementem, godnym uwagi, jest karta SD do zapisu danych. Karta o pamięci 2GB jest stałą częścią składową P3 i zapewnia zapis ponad 500 numerycznie oznaczonych zbiorów danych, przy czym zapisane dane są chronione. Kto je przypadkowo będzie chciał wymazać (nadać nowymi) otrzyma ostrzeżenie.

Bardzo przydatną funkcją jest możliwość zapisu osobistych ustawień urządzenia (Import, Export... autor nazywa je Settings), łącznie z dwudziestoma pamięciami procesów wraz z ich ustawieniami. W ten sposób, poprzez wciśnięcie przycisku, można przywrócić P3 do wcześniejszego (zapamiętanego) stanu. Wyśmienitym atrybutem jest również to że można zarządzać do dziesięciu Settings (0-9). Podsumowując, mamy więc do dyspozycji 10 różnych Pulsarów 3, wraz z ich dwudziestoma

pamięciami - po prostu genialne dla kogoś kto to będzie wykorzystywał.

Port-USB jest obligatoryjny i zapewnia kontakt z komputerem. Takie połączenie umożliwia zapis danych na komputerze i aktualizację oprogramowania Firmware. Przykładowe diagramy są stworzone za pomocą dołączonego oprogramowania (Pulsar-Graph). Zupełnie nowe możliwości dają użytkownikowi nową ładowarkę za sprawą portu bluetooth (opcjonalnie). Komputer (z możliwością komunikacji BT) otrzymuje tą drogą dane z P3. Kto korzysta ze smartphona z Androidem, może sobie przez zainstalowaną aplikację (w momencie testu jeszcze w wersji Beta*) wyświetlić najważniejsze dane procesu – bieżąca informacja o stanie P3. Działa to w promieniu 80 metrów (powyżej nie testowane ale na pewno możliwe). Możliwość zdalnej obsługi jest zaplanowana na późniejszy czas.



„Setup”: Największy punkt menu. Przelączanie zasilania bateria/zasilacz oraz wiele innych wymienionych punktów służących do indywidualnych ustawień. Najważniejsze: Vrev- max napięcie zasilania podczas zwrotu energii, Voff- minimalne napięcie zasilania, Power- ograniczenie mocy

Technika

Pp-rc/Elprog idzie obraną drogą. Zauważa się to już przy podłączeniu napięcia. W P3 używany jest konsekwentnie przeciwny układ połączeń, zarówno po wejściowej, jak i wyjściowej stronie. To dosłownie rozpieszcza nerwy modelarza, oszczędzając przy tym wtyczki kabli (zasilającego i do ładowania).



PC-Graph jest narzędziem analizy. Widoczny przykład - ładowanie 12sLiPo, 25A, Fast, Reflex. Z lewej wykres ładowania, z prawej zestaw danych. Poniżej, z lewej - wykres ładowania przeliczony na jedno ogniwo i po prawej - aktywność balansera (różnica między napięciami poszczególnych ogniów a wartością średnią napięcia ogniów oraz wydajność poszczególnych kanałów balansera).

Znamienne są oczywiście 1500-watowe ładowania przy maksymalnym prądzie 25A (1500W = 60V x 25A). Ta moc byłaby oczywiście też możliwa przy 24 V zasilania, ale nie miałyby to jednak sensu z powodu zapotrzebowania na 70A prądu zasilania. Skutkiem tego jest to, że ta moc jest dostępna dopiero przy zasilaniu napięciem od 42V do 60V, co ogranicza prąd do 38A. Przy zasilaniu 12V P3 dysponuje mocą 400W, przy 24V - 800W a przy 48V właśnie 1500W. Komu tutaj będzie potrzebne więcej elastyczności, znajdzie indywidualnie ustawialne granice wydajności w setupie – przydatne przy pracy z zasilaczem sieciowym.

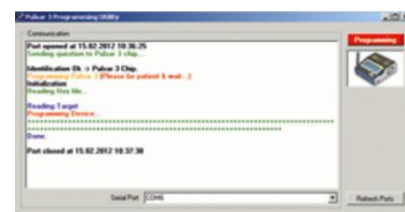
Jak zwykle u pp-rc/Elprog, w poszczególnych przedziałach napięć, zagwarantowane są maksymalne moce (co nie jest tak oczywiste w innych ładowarkach). Będzie jeszcze bardziej imponująco - ta stopniowana moc (400, 800 albo 1500 W) jest osiągalna również podczas rozładowania ze zwrotem energii, bez zwrotu - to nadal całe 100W przy maksymalnie 25A.

Najmniejszy ustawialny prąd to 0,1A - co jest zupełnie wystarczające dla mniejszych LiPo. Tylko techniczna „uczciwość” (autor

nazywa to konsekwencją) unie-możliwia pracę z mniejszymi prądami, bo dokładność by nie odpowiadała już ogólnemu obrazowi. Bardzo ważne dla czułej elektroniki jest to że napięcie w czasie ładowania jak i w momencie rozłączenia nigdy nie jest wyższe

niż zadane dla danej liczby ogniów. Cała kalibracja jest u P3 na bardzo wysokim poziomie i ma w całym zakresie referencyjny (wzorcowy) charakter.

P3 należy do chłodniejszych typów. Dwie rzeczy mają na to wpływ. Po pierwsze wysoki współczynnik sprawności przetwornicy, po drugie wydajne chłodzenie. Przetwornica DC-DC (step-down/up, synchro-digital) startuje z dobrą sprawnością 86% przy 400W, od 800W będzie to już 91% a jeśli ma być na całego, pełne 93% (sprawność zmierzona odpowiednio przy 12V, 24V i 48V zasilania). Po drugie, duży wentylator posiada niezbędną wydajność mimo pracy na niskich obro-



Aktualizacji działa przez port USB. Tutaj - wpisywanie firmware 3.16. – trwa to około 1 minuty.

Dane techniczne

Firmware: 3.16

Typ akumulatorów: NiCd, NiMH, Pb, Lilon, LiFe, LiPo, LiS (ready)

Zasilanie: 12 V (10,5-16V); 24V (21-32V); 48V (42-60V)

Minimalne zasilanie - ustawiane: min. 10,5-12V, min. 21-24V, min. 42-48V

Ilość ogniów: 1-34 NiCd und NiMH; 1-24 Pb; 1-14 Lilon; 1-14 LiPo; 1-16 LiFe; 1-20 LiS

Prąd ładowania: 0,1-25A (max. 1500W)

Moc ładowania: 400W/12 V; 800W/24 V; 1500W/48 V

Zakresy prądowe: 0,1-10A (w krokach 0,1A), 10-25A (w krokach 0,5A)

Prąd rozładowania: 0,1-25A (400/800/1500W) ze zwrotem energii, 0,1-25A (100W) w ciepło

Limitery mocy: 50-1800W (moc wejściowa)

Temperatura: 0-99°C (rozdzielczość 0,1°C)

Timer: 14 godzin na proces (2 x 14 godzin przy procesie zespolonym)

Max. Moc balansera: 60W

Max. Prąd balansowania na ogniwo: 0,25A; 0,5A; 1,0A (moc ciągła)

Min. Prąd balansowania na ogniwo: 25mA; 50mA; 100mA (moc ciągła)

Balancer – liczba kanałów: 2-16

Dokładność balansowania: około 3mV (0,003V)

Wyświetlacz graficzny z podświetleniem: 240 x 64 Pixel

Temperatura pracy: od -5 do +35°C

Wymiary B x T x H: 155 x 160 x 75mm

Waga 1200 g z kablem



Ładowanie z prądem 5C pakietu 5000 mAh przy prawie 1300W mocy. Informacje na ekranie: „F”-Fast, 12sLiPo, prąd balansowania max 1A, różnica w tej chwili 0,04V, aktywność balansera 100%, napięcie zasilania 47,3V, pobrana pojemność 5Ah, opór wewnętrzny akumulatora 0,0038 Ohm, naładowano 4393 mAh w czasie 12min 17s

tach i dzięki regulacji obrotów zależnych od temperatury. Własny DSP (Digital-Signal-Processor, PIC33HJ16GS) steruje pracą przetwornicy. Dzięki bardzo krótkim czasom regulacji P3 może współpracować bez ograniczenia ze wszystkimi ładowarkami na wspólnym zasilaniu z akumulatora ołowiowego. Czy potrafią to inne ładowarki - autor w to wątpi. Więc uwaga, P3 pracując z pulsującymi prądami, powoduje wahania napięcia, czego nie lubi wiele innych ładowarek. Wyświetlaczem, obsługą ustawień, interfejsami i pamięcią zarządza drugi procesor (PIC24HJ128). Dzięki aktualizacji software (przez USB) P3 można stale „odmładzać”. W ładowarce działają oczywiście wszystkie, możliwe do wyobrażenia, mechanizmy ochronne – o tym nie wypada już wręcz wspominać...

Zrównoważony

P3 oferuje innowacyjną technikę balansowania - najlepszą z obecnie realizowanych. W praktyce działa to w ten sposób, że w rezultacie nie widać różnic napięć (w górę lub w dół) i dzieje się to bez wydłużania czasu ładowania (szczególnie w fazie CV). Po zakończeniu ładowania, ogniwa

są między sobą perfekcyjnie wyrównane do 0,004V, przy czym moduły balansera pracują, z wcześniej ustawionym maksymalnym prądem balansowania (można wybrać 0,25, 0,5 albo 1A), ze stopniowanymi prądami rozładowania (od 0 do 100%, w 10 krokach). Pomysłowy algorytm określa potrzebny prąd balansowania w zależności od napięcia ogniwa (detektor „lejkowy”), różnic i prędkości zmian poszczególnych napięć w stosunku do napięcia średniego. Ta zasada jest tak perfekcyjna, że technicznie bardziej skomplikowana metoda przetwarzania energii już się nie opłaca.

Balanser w P3 może przy pełnej aktywności osiągnąć moc nawet

do 60W – takich osiągnięć nie jedna ładowarka mogłaby pozazdrościć (dla samego rozładowania). Ukoronowaniem całości jest wyświetlacz balansera. Jest on tak dalece „informacyjny” i obszernie zrobiony, że nie pozostawia nic do życzenia. W czasie rzeczywistym można śledzić z jaką wydajnością (w 10 krokach) i jaką zbalansowaną pojemnością (w mAh), ogniwa zostają „delikatnie” uporządkowane.

Autor wyrażał sceptycyzm: wyświetlić można wiele, tylko czy to się zawsze zgadza? Próba rozładowania/ładowania ogniwa LiPo z aktywnym balanserem, była analizowana też przy rozładowaniu (co jest bezsensowne z balansowaniem). Pokazane na wykresie „słupki” aktywności balansera (i używanej pojemności na ogniwo) dla ładowania i rozładowania są sobie dokładnie przeciwstawne. Imponująco pokazały to zdjęcia wyświetlacza.

Obsługa

„Zasilanie z zasilacza sieciowego czy baterii” - taki komunikat pojawia się po włączeniu P3. To jest o tyle ważne, że ustawią się specjalne preferencje dla zasilacza czy baterii (mogą być one w każdej chwili zmienione/ustawione w menu „Setup”). Autor nie zaleca używać przy pracy z zasilaczem zwrotu energii (Rewers) i ostrożnie stosować pracę impulsową (Reflex) – proszę przeczytać instrukcję zasilacza. Przy pracy z baterii obie funkcje powinny być aktywne. P3 daje możliwość per-



Wyświetlane dane z balansera P3 - według autora, same się tłumaczą. Różnice pojedynczych napięć ogniwa występują tylko dlatego, że zostały tutaj użyte dwa pojedyncze pakiety 6s.



Prąd rozładowania pakietu 5sLiPo wynosi 20A (ze zwrotem energii „R”). Napięcie zasilania „Vs” wynosi w tej chwili 12,7V.

sonalizacji i wprowadzenia aktualnej daty oraz godziny. To jest godne polecenia, ponieważ daty zapisu plików na karcie SD będą zawsze poprawne.

Przed rozpoczęciem pracy powinno się wiedzieć, że prąd i pojemność (limiter) można zmienić natychmiast a rodzaj akumulatora oraz należące do niego tryby (ładowanie, rozładowanie, cykle) tylko w menu „Mode&Akku”. W tym celu wystarczy wcisnąć gałkę przez 3 sekundy i pojawia się 5-punktowe menu. Kto już tutaj doszedł, powinien według swoich preferencji stopniowo zaprogramować 20 pamięci. To nie trwa długo i znacznie ułatwia później „codzienne życie”.

Łagodne i efektywne ładowanie ogniw litowych można zdefiniować następująco:

- „Softstart” - włącza w ciągu minuty prąd (w pięciu krokach) do zadanej wartości
- Normalne ładowanie LiPo jest zakończone po redukcji prądu do 1/10 zadanej wartości. Mocno rozładowane akumulatory litowe P3 „podnosi” z 1/5 ustawionego prądu do bezpiecznego napięcia (np. przy LiPo do 3,3V na ogniwo), po czym realizuje tryb normalnego ładowania. Kto tego nie potrzebuje może pominąć te procesy – wystarczy tylko wcisnąć przez sekundę gałkę i zadany prąd jest już ustawiony.
- Dopasowanie prądów balansera w zależności od stanu ogniw
- Dokładne pomiary napięć pojedynczych ogniw (w stanie bez prądu)
- Możliwość wyznaczenia granic pojemności i temperatury.

Rozsądnie ustawiane granice napięć (Umax, Umin i Ustore – napięcie przechowywania) w krokach 0,01V.

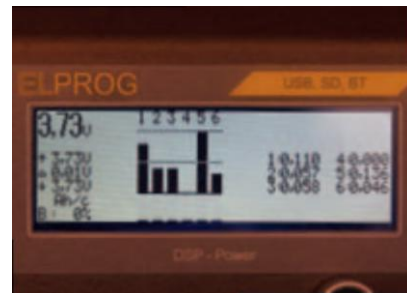
- Możliwość pracy w trybie „obsługi” - np. tylko balansowanie ogniw albo tylko pomiar napięć pojedynczych ogniw w pakiecie (LiPo-Checker)

P3 bez problemu pracuje we wszystkich tych trybach.

Decydujący czas

Narodziny algorytmu „Fast”. Wielu producentów ładowarek próbuje skrócić czas ładowania, skracając po prostu fazę CV (stabilizacja napięcia, redukcja prądu ładowania). To jest proste rozwiązanie ale obciążone wadami, jak na przykład rezygnacja z części pojemności i (niestety) ciągły spadek dokładności balansowania. P3 w swoim specjalnym algorytmie (Fast) nie skraca tak po prostu fazy CV - jej po prostu niema. W tym czasie generuje on tak długo czasowo dostosowane impulsy ładowania, aż w zdefiniowanej przerwie będzie utrzymane prawidłowe napięcie (dla LiPo dokładnie 4,2V na ogniwo). To jest technicznie bardzo skomplikowane i wymaga dokładnego hardware. Ale „sukces” tego rozwiązania przyznaje rację twórcy P3, gwarantowane pełne naładowanie LiPo (około 99%) - przy znacznym skróceniu czasu ładowania. W zależności od typu i stanu akumulatora skrócenie czasu (bez zmniejszania dokładności balansowania) może wynieść ok. 20% (w praktyce nawet więcej) w stosunku do normalnego trybu ładowania innej standardowej ładowarki. Kto chce jeszcze więcej - aktywuje dodatkowo tryb Reflex (bardzo krótkie impulsy rozładowania).

To wzbudziło oczywiście ciekawość autora, skutkiem czego rozpoczął serie testów ze starymi, używanymi i nowymi LiPo. I faktycznie, każdemu, kto swoje LiPo (też LiFe) ładuje z prądami co najmniej 2C z aktywnym trybem Fast/Reflex, dostarcza to bardzo



„Demonstracja” dokładności wyświetleń balansera. Przy rozładowaniu z włączonym balanserem (jasny display), cęła 5 zostaje wyrównana o 0,136Ah. Co się dzieje przy ładowaniu (ciemny display)? Widzimy dokładne odbicie lustrzane. Cęła 5: rozładowanie - 0,136Ah, ładowanie - 0,0Ah, a cęła 4: rozładowanie - 0,0Ah a ładowanie 0,108Ah



dużo satysfakcji. Testy z LiPo pokazują, że akumulator reaguje tak jak gdyby został lekko podgrzany. Przy wszystkich testach spadła o 10% rezystancja wewnętrzna DC-RI (większe napięcie pod obciążeniem), przy mniej więcej takiej samej pojemności użytkowej. Dlatego też bardzo jasne przesłanie autora - jak ma pójść szybko, to co najmniej 2C prądu ładowania przy aktywnym trybie Fast/Reflex.

W trybie przechowywania (Storage) można nie tylko ustawić napięcie w określonym zakresie ale również można dowolnie wybrać aktywność balansera. Jest to warte polecenia, gdy przewidujemy dłuższe przechowywanie jak np. „przezimowanie” ogniw litowych. Autor poleca pojemności przechowywania na poziomie 10% (Lipo – 3,72V).

Kto chce przetestować ogniwa za pomocą cyklicznych programów (ładowanie-rozładowanie albo rozładowanie-ładowanie – do 99 razy) - będzie zadowolony. Zwłaszcza że P3 przy prądzie

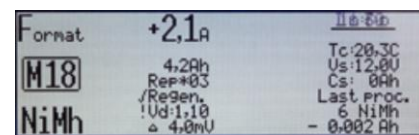


Przykład wyświetlenia danych na Smartfonie (wersja Beta programu na Android).

25A rozładowania i maksymalnie 1500W mocy jest do tego predestynowany. Granice napięcia można ustawić.

Pp-rc/Elprog mógłby za pomocą Update wprowadzić ulepszenia: możliwość wyłączenia balansera przy rozładowaniu (dla trybów cyklicznych) oraz dodatkowy program do pomiaru oporu wewnętrznego (jak to miały urządzenia pulsar 2 i 2+). Oczywiście otrzymuje się w każdej chwili aktualne wartości oporności wewnętrznej akumulatora podczas ładowania (z funkcją Reflex). Jeśli używa się wysokoprądowych kabli i wtyczek do ładowania, otrzymuje się całkiem porównywalne i realne wartości oporności wewnętrznej.

Kto oprócz akumulatorów litowych używa jeszcze NiCd lub NiMH będzie miał dostępne tryby - specjalne formatowanie, regenerowanie, Reflex, Inflex i inne. Ładowanie z funkcją Inflex (punkt przegięcia) jest szczególnie łagodne i zawsze wskazane przy ładowaniu ogniw wysokoprądowych. Granice napięć rozładowania są dopasowane do typu akumulatora (np. NiMH - 1,1V na ogniwo i może być zmieniane w zakresie 0,3V). Reflex-impuls jest bardzo dobrze rozbudowany i daje dobre, „odświeżające” efekty, o czym mógł się przekonać autor. Niestety P3 nie może ładować ogniw niklowych, które są zabezpieczone diodą (przeważnie zamontowane w nadajniku RC jako ochrona).

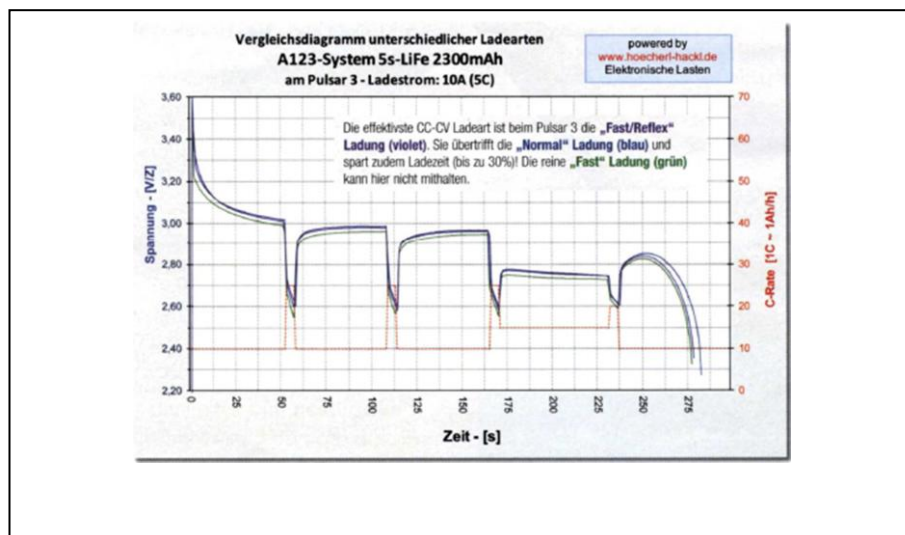


Przykład regeneracji NiMH, najważniejsze informacje: prąd ładowania 2,1A, pojemność 4,2Ah, cykle (Rep) 3, napięcie minimalne 1,1V na ogniwo, deltaPeak 4mV.

Trzeba Pulsarowi 3 przyznać jedno: zaznacza on swoją dominującą pozycję dzięki: najlepszej jakości, ekstremalnej mocy i łatwości w obsłudze. Pulsar 3 „dowartościowuje” nasze hobby. Ten kto używa duże pakiety wcześniej czy później spotka się z nim. Do tej pory obsługa aż 14 ogniw LiPo/Lilon (16s-LiFe) jest czymś niezwykłym, zwłaszcza gdy bierze się pod uwagę imponujące 25A. Technika balansowania „wyprostuje” też najgorsze pakiety i doprowadzi je do normalności. I najlepsze to, że te pozytywne atrybuty są dostępne zarówno dla najmniejszych jak i największych akumulatorów (testowane: od 2s-LiPo, 300mAh do 12s-LiPo, 5000mAh). Sprzęt tego rodzaju nie jest oczywiście okazijnym zakupem. Kto się jednak zapoznał z serwisem pp-rc/Elprog, będzie wiedział, że ta inwestycja będzie się opłacała również w przyszłości.

Gerd Giese

Tłumaczenie Michał Plutecki



Abdruck mit freundlicher Genehmigung des Deutschen Modellflieger Verband - DMFV –

www.dmfv.aero

Publikacja za zgodą Deutsche Modellflieger Verband - DMFV –

www.dmfv.aero