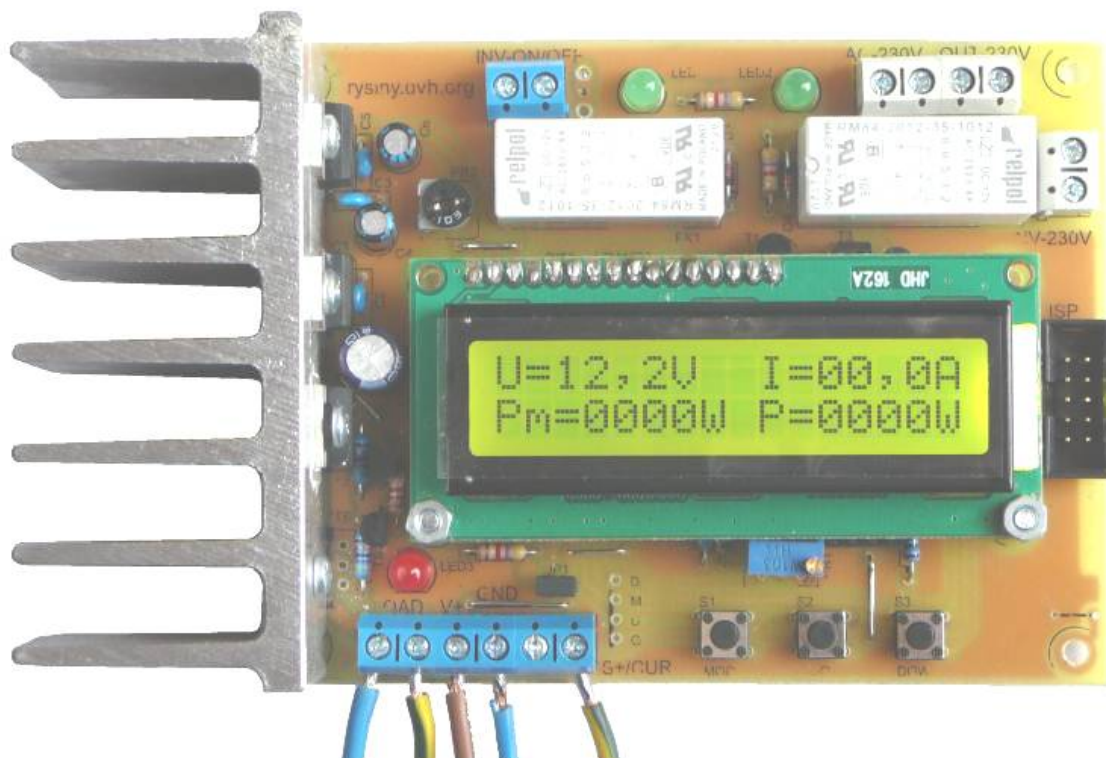


# INSTRUKCJA OBSŁUGI

## Sterownik Małej Elektrowni Wiatrowej – BRIZO

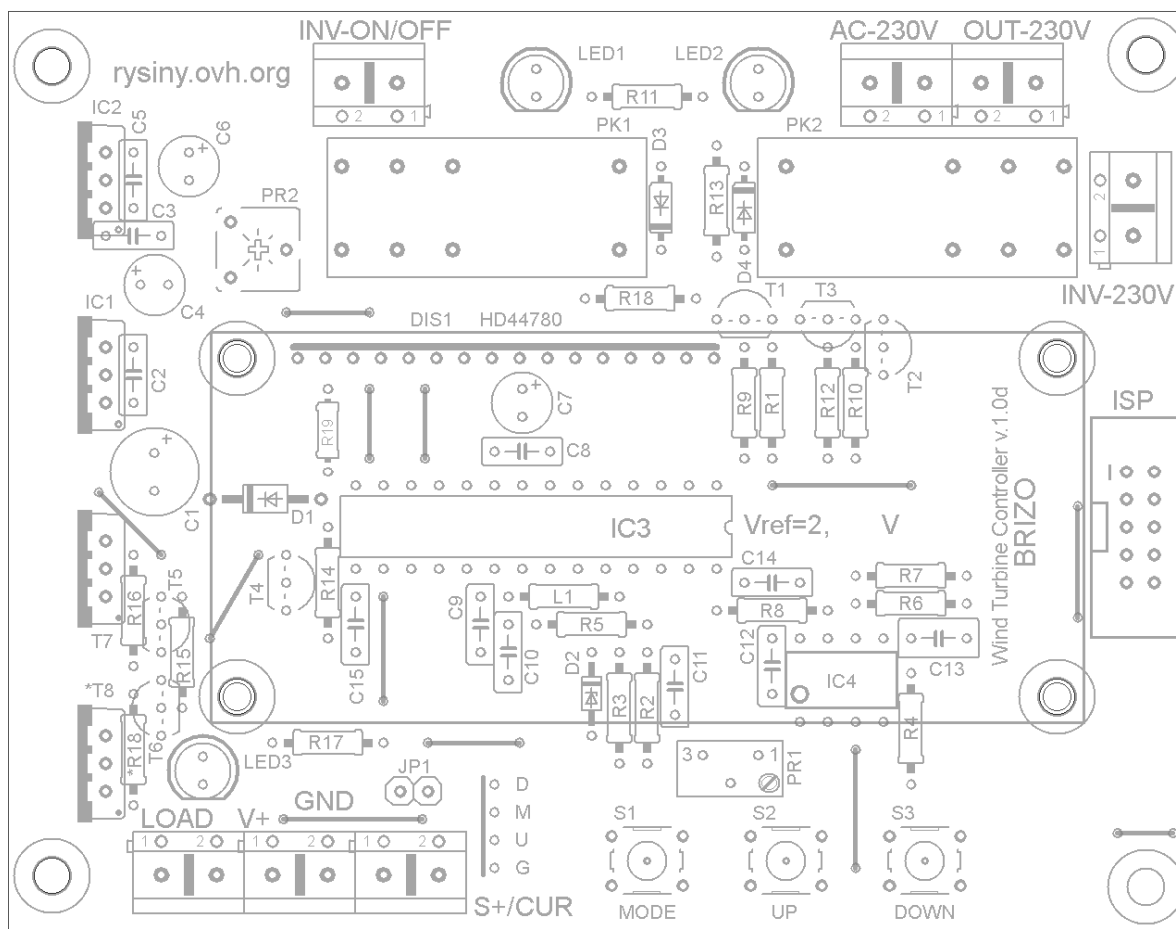
<http://elektronika.5v.pl>



### PODSTAWOWE CECHY I FUNKCJE

- sterownik i elementy wykonawcze na jednej płytce,
- zwarta konstrukcja, wymiary sterownika (z radiatorem 4cm): 84 x 138 x 44mm (PCB: 84 x 108mm),
- praca w instalacjach 12V oraz 24V, 36V, 48V, 60V, 72V - po odpowiednim podłączeniu,
- pomiar napięcia na akumulatorze 0,0V - 99,9V z rozdzielczością 0,1V,
- pomiar prądu ładowania akumulatora 0,0A - 50,0A z rozdzielczością 0,1A (współpraca z bocznikami od 30mV do 60-75mV, programowa kalibracja wskazań amperomierza),
- pomiar mocy chwilowej elektrowni wiatrowej i mocy średniej (z ostatniej minuty),
- kontrola napięcia ładowania akumulatora poprzez płynne załączanie dodatkowego obciążenia do 50A, do wyboru 4 częstotliwości PWM 10bit (15 Hz / 61 Hz / 488 Hz / 3,9kHz)
- regulowane progi zabezpieczenia PWM oraz załączenia/wyłączenia przetwornicy i przełączenia zasilania sieciowego na EW (Power Switch),
- sterowanie wejściem "Remote" (ON/OFF) przetwornicy napięcia,
- licznik wyprodukowanych Ah (do 999999Ah) i kWh (do 99999,9kWh) z wpisem do pamięci EEPROM co 4 godziny (po przekroczeniu wartości maksymalnej, licznik jest zerowany i liczy od nowa),
- regulowany czas opóźnienia załączenia Power Switch (2s - 10s),
- regulowany czas podświetlenia wyświetlacza LCD (OFF / 5-60s / ON),
- możliwość wyprowadzenia wyświetlacza (złącze 16pin) i przycisków (złącze 4pin) poza płytkę PCB.
- pobór prądu w stanie czuwania (wyłączone przekaźniki i podświetlenie LCD) – około 25mA (12V)

Widok PCB od strony elementów:



## OPIS DZIAŁANIA STEROWNIKA

Sterownik mierzy napięcie na akumulatorze (akumulatorach) i prąd ładowania akumulatora (akumulatorów). Mierzone wartości są wykorzystywane w programie mikrokontrolera do obliczeń mocy chwilowej, mocy średniej oraz licznika wyprodukowanych amperogodzin i kilowatogodzin. Na podstawie mierzonego napięcia urządzenie steruje automatycznie pracą przetwornicy (lub UPS) i przełącza zasilanie obwodu wydzielonego instalacji elektrycznej pomiędzy sieciami ZE (Zakład Energetyczny) i EW (Elektrownia Wiatrowa). Gdy napięcie na akumulatorze wzrośnie powyżej zaprogramowanego poziomu, sterownik włącza w sposób płynny dodatkowe obciążenie (np. grzałkę), utrzymując stałe napięcie ładowania i zapobiegając uszkodzeniu akumulatora (akumulatorów).

Gdy napięcie na akumulatorze osiągnie wartość zaprogramowanego progu załączenia przetwornicy (H), sterownik włączy przekaźnik PK1 (uruchomienie przetwornicy napięcia), co zasygnalizuje zaświecenie się diody LED1.

Następnie sterownik odmierza zaprogramowany czas opóźnienia załączenia przełącznika mocy (Power Switch) i sprawdza warunek, czy napięcie na akumulatorze jest niższe od zaprogramowanego progu wyłączenia przetwornicy (h):

- jeżeli NIE - włącza przekaźnik PK2 (przełączenie zasilania z ZE na EW), co zasygnalizuje zaświecenie się diody LED2,
- jeżeli TAK – wyłącza przekaźnik PK1 (wyłączenie przetwornicy napięcia), co zasygnalizuje wygaszenie diody LED1.

Gdy przekaźniki PK1 i PK2 są włączone (świecą diody LED1 i LED2), sterownik sprawdza czy napięcie na akumulatorze jest niższe od zaprogramowanego progu wyłączenia przetwornicy (h).

Jeśli w ciągu 5 sekund napięcie na akumulatorze utrzymuje się poniżej progu h, sterownik wyłącza przekaźniki PK1 i PK2 (diody LED1 i LED2 gasną).

Obciążalność styków przekaźnika PK2 wynosi 2x8A/230V, zatem Power Switch może przełączać zasilanie ZE/EW o mocy maksymalnej 1840W.

Przetwornicę można także włączać ręcznie, za pomocą naciśnięcia jednego przycisku. Szczegóły w dalszej części Instrukcji obsługi.

Gdy napięcie na akumulatorze przekracza zaprogramowany próg X, mikrokontroler włącza płynnie dodatkowe obciążenie i utrzymuje stałe napięcie ładowania na poziomie X. Działanie zabezpieczenia PWM **LOAD** sygnalizuje dioda LED3.

Na płycie przewidziano miejsce na 2 tranzystory mocy, choć standardowo używany jest tylko jeden tranzystor N-MOSFET o rezystancji D-S (dren – źródło) poniżej 0,010Ω. Zastosowany radiator ½ A4291 długości 4 cm pozwala w tym przypadku na odprowadzenie ciepła przy przełączaniu obciążeń ciągłych do 30A (impulsowo nawet 40-50A).

Sterownik może włączać obciążenie ciągłe o prądzie 50A i więcej - wszystko zależy od użytych tranzystorów mocy N-MOSFET, radiatora i odpowiedniego podłączenia. Konieczne jest użycie grubych przewodów zasilających i solidne pocynowanie ścieżek masy prowadzących od złącz **GND** i **LOAD** do tranzystorów T7 i \*T8.

Przyjmując maksymalny prąd 50A/40A możemy wyznaczyć maksymalną moc, jaka może być przekazywana przez PWM do obciążenia, w zależności od napięcia w instalacji elektrowni wiatrowej:

- dla 12V (zabezpieczenie X ustawione na 14,5V) –  $14,5V * 50,0A = 725W$ ,

- dla 24V (zabezpieczenie X ustawione na 29,0V) –  $29,0V * 50,0A = 1450W$ ,

- dla 48V (zabezpieczenie X ustawione na 58,0V) –  $58,0V * 40,0A = 2320W$ , itd.

Większość mocy elektrowni wiatrowej jest wykorzystywana do ładowania akumulatorów i zasilania przetwornicy napięcia (dwa główne obciążenia). Dodatkowe obciążenie ma służyć jako zabezpieczenie dla akumulatorów (zrzucanie nadmiaru mocy) i używane jest przeważnie przy nagłych podmuchach wiatru, zatem zastosowanie tranzystora N-MOSFET na prądy rzędu 25-30A jest wystarczające w większości przypadków.

## PORUSZANIE SIĘ PO MENU

Do obsługi menu służą 3 przyciski funkcyjne:

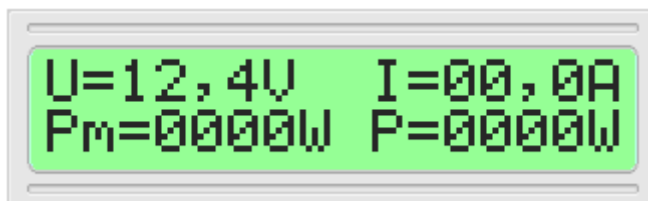
**MODE** – przełącza ekrany menu,

**UP** – zwiększa wartość zmiennej w menu USTAWIENIA,

**DOWN** – zmniejsza wartość zmiennej w menu USTAWIENIA, włącza podświetlenie LCD w trybie ekranu głównego.

Menu sterownika składa się z ekranu głównego i trzech ekranów pomocniczych.

Ekran główny:



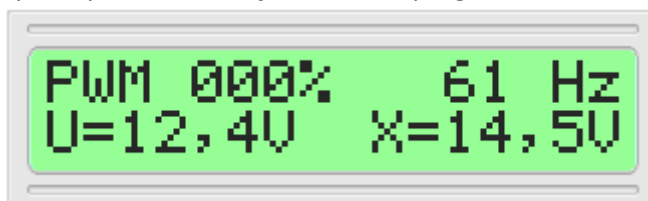
U – aktualne napięcie na akumulatorze [V],

I – prąd ładowania akumulatora [A],

P – moc chwilowa elektrowni wiatrowej (iloczyn  $U \cdot I$ ) [W],

Pm – moc średnia elektrowni wiatrowej (z ostatniej minuty) [W].

Ekran pomocniczy 1 (wyświetlanie częstotliwości i progu zadziałania PWM):



PWM – aktualna wartość wypełnienia sygnału PWM [%],

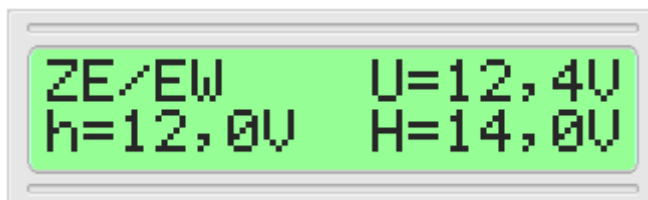
61 Hz – aktualna częstotliwość PWM

X – próg załączenia dodatkowego obciążenia PWM **LOAD** [V]

(zabezpieczenie akumulatora przed zbyt wysokim napięciem ładowania),

U – aktualne napięcie na akumulatorze [V],

Ekran pomocniczy 2 (wyświetlanie zaprogramowanych progów przełączenia ZE/EW):



U – aktualne napięcie na akumulatorze [V],

H – próg załączenia przetwornicy napięcia i przełącznika mocy (Power Switch) [V],

h – próg wyłączenia Power Switch i przetwornicy napięcia [V],

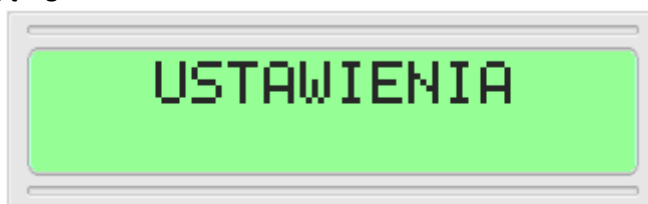
**UWAGA:** Jeżeli przetwornica napięcia jest wyłączona, a podczas wyświetlania powyższego ekranu naciśniemy i przytrzymamy przycisk **UP**, gdy wartość napięcia U jest większa h, nastąpi włączenie przetwornicy. Jeżeli przetwornica jest włączona i wartość napięcia U jest mniejsza od H, możemy ręcznie wyłączyć przetwornicę wciskając i przytrzymując przycisk **UP**.

Ekran pomocniczy 3 (wyświetlanie wyprodukowanych Ah i kWh):



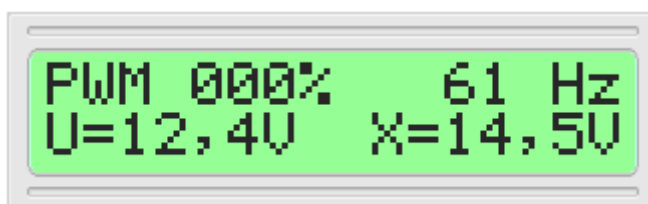
Krótkie naciśnięcie przycisku **MODE** przełącza pomiędzy ekranami.

Przytrzymanie przycisku **MODE** przez około 1,5s spowoduje wejście do menu USTAWIENIA i wyświetlenie następującego ekranu:



Menu USTAWIENIA składa się z czterech ekranów.

Ustawienia PWM:



PWM – aktualna wartość wypełnienia sygnału PWM [%]

(nie podlega zmianie z poziomu menu),

61 Hz – aktualna częstotliwość PWM

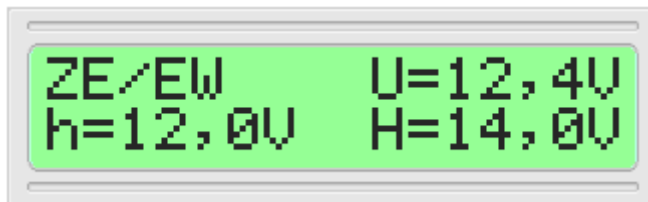
(do wyboru 4 częstotliwości PWM 10bit: 15 Hz / 61 Hz / 488 Hz / 3,9kHz)

X – regulacja progu załączenia dodatkowego obciążenia PWM **LOAD** [V]

(wartość można zmieniać w zakresie od  $H$  do  $V_{max}$  /zależne od wersji sterownika/),

U – aktualne napięcie na akumulatorze [V] (nie podlega zmianie z poziomu menu),

Ustawienia progów:



U – aktualne napięcie na akumulatorze [V] (nie podlega zmianie z poziomu menu),

H – regulacja progu załączenia przetwornicy napięcia i przełącznika mocy (Power Switch) [V]

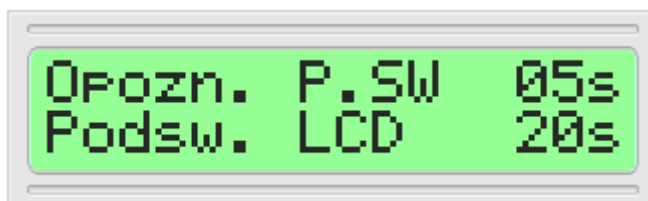
(wartość można zmieniać w zakresie od  $h+0,1V$  do  $X$ ),

h – regulacja progu wyłączenia Power Switch i przetwornicy napięcia [V]

(wartość można zmieniać w zakresie od  $0,1V$  do  $H-0,1V$ )

Przy ustawianiu tego progu należy pamiętać, że napięcie na jednym ogniwie akumulatora kwasowo-ołowiowego nie powinno spaść poniżej 1,8V, czyli dla akumulatora 12V nie można dopuszczać do rozładowania poniżej 11,0V.

Ustawienia czasów:



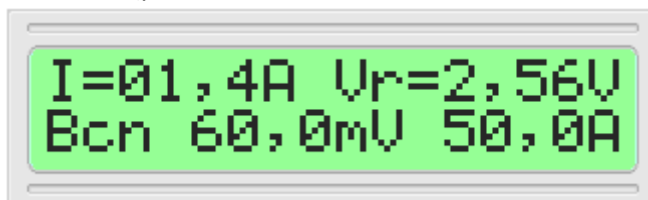
Opozn. P.SW – regulacja czasu opóźnienia załączenia Power Switch po załączeniu przetwornicy napięcia [s]

(domyślnie 5s - wartość można zmieniać co 1s w zakresie od 2s do 10s),

Podsw. LCD – regulacja czasu podświetlenia wyświetlacza LCD [s]

(domyślnie 20s - wartość można zmieniać co 5s w zakresie od 5s do 60s, lub włączyć/wyłączyć podświetlenie na stałe),

Ustawienia amperomierza (patrz także rozdział KALIBRACJA AMPEROMIERZA):



Vr – regulacja napięcia referencyjnego **Vref** mikrokontrolera [V]

(domyślnie 2,56V - wartość można zmieniać w zakresie od 2,30V do 2,90V),

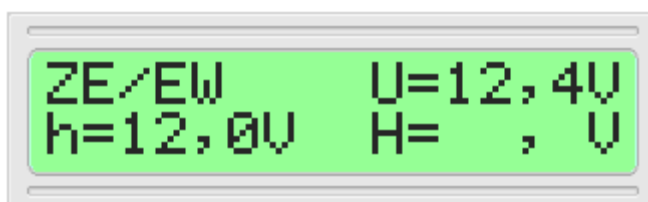
Bcn – regulacja parametrów rezystora pomiarowego prądu (bocznika)

(domyślnie 50,0A – wartość można zmieniać co 1,0A w zakresie od 5,0A do 50,0A,

domyślnie 60,0mV – wartość można zmieniać w zakresie od 28,0mV do 77,0mV),

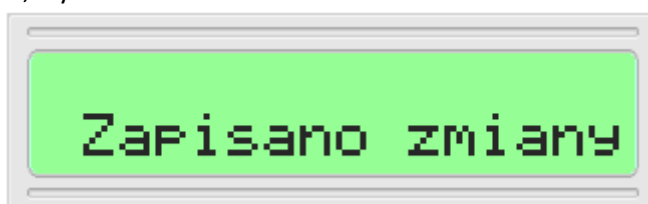
I – prąd ładowania akumulatora [A] (patrz rozdział KALIBRACJA AMPEROMIERZA)

Krótkie naciśnięcie przycisku **MODE** przełącza pomiędzy ekranami i powoduje krótkie mignięcie wartości zmiennej

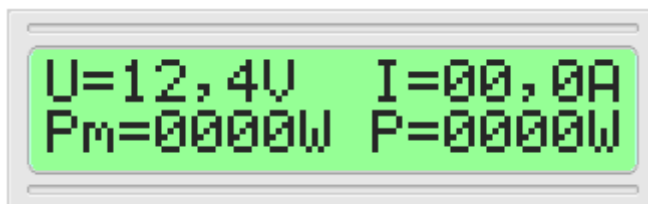


która następnie może być, za pomocą przycisków **UP** i **DOWN**, zwiększana, bądź zmniejszana.

Przytrzymanie przycisku **MODE** przez około 1,5 sekundy spowoduje zapisanie zmian do pamięci EEPROM mikrokontrolera, wyświetlenie ekranu:

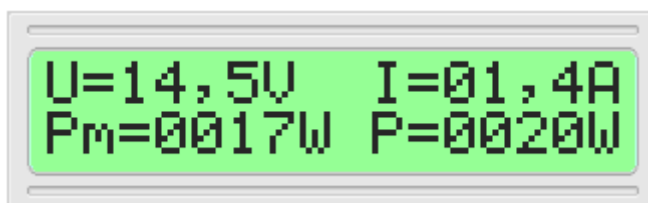
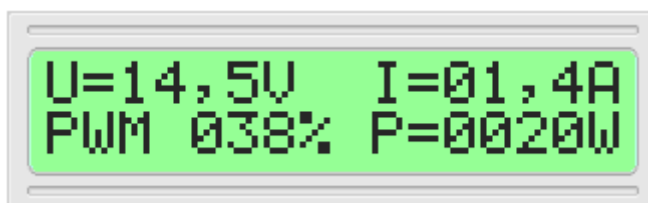


a następnie przejście do ekranu głównego:



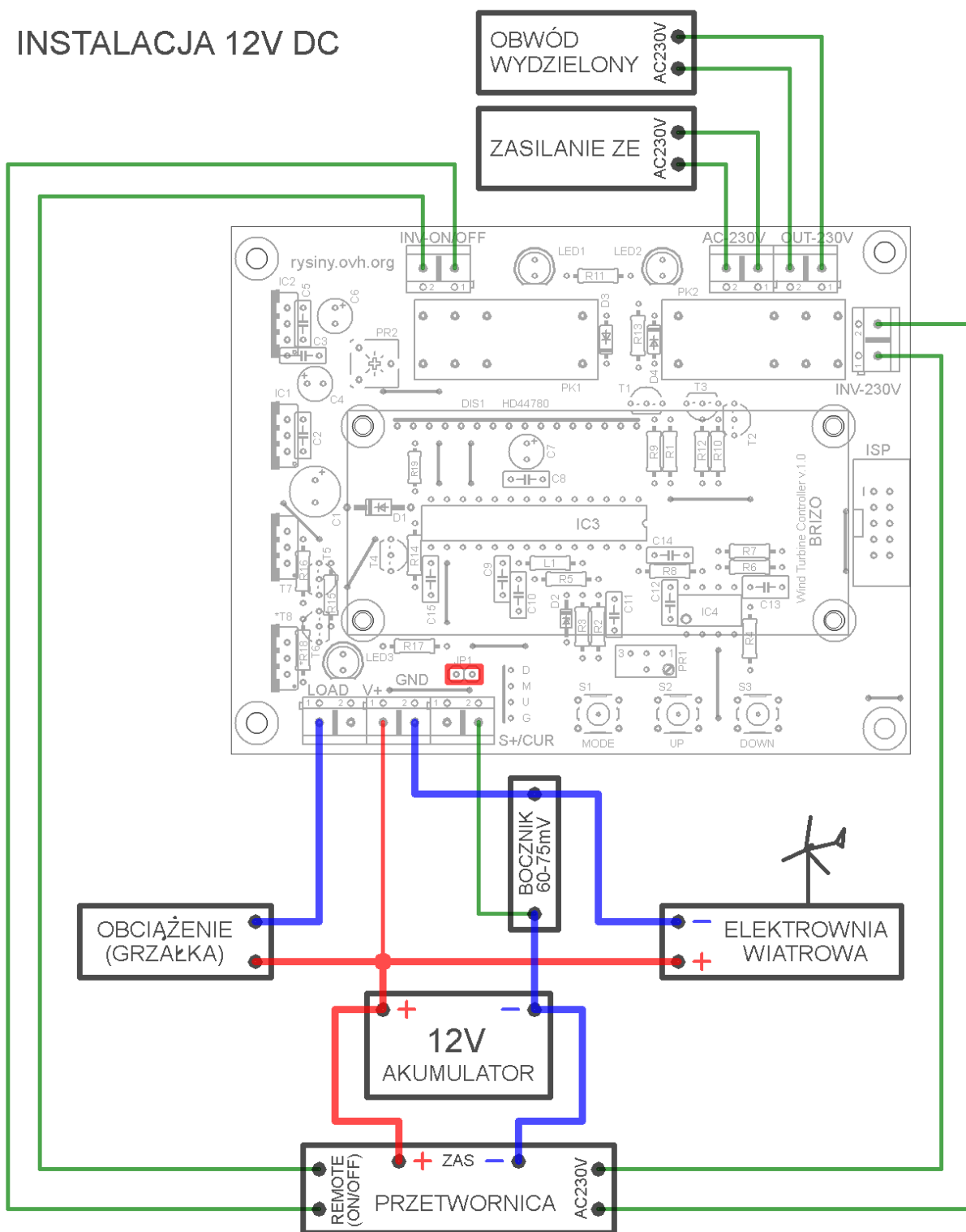
Gdy jesteśmy aktualnie w menu w miejscu innym niż ekran główny i przez około 20 sekund nie naciśniemy żadnego przycisku, sterownik automatycznie powróci do ekranu głównego. Należy pamiętać, aby zapisywać zmiany w menu USTAWIENIA przytrzymaniem klawisza **MODE**. Jeżeli tego nie zrobimy, sterownik będzie pamiętał zmienione wartości tylko do najbliższego restartu urządzenia.

Podczas działania zabezpieczenia PWM LOAD na ekranie głównym zamiast mocy średniej wyświetlana jest cyklicznie aktualna wartość wypełnienia PWM wyrażona w procentach (0-100%). Moc średnia i wartość PWM wyświetlane są na przemian co około 2 sekundy.



## SPOSÓB PODŁĄCZENIA STEROWNIKA

**UWAGA:** Podłączenie sterownika w inny sposób niż wskazany na rysunkach może doprowadzić do jego uszkodzenia.

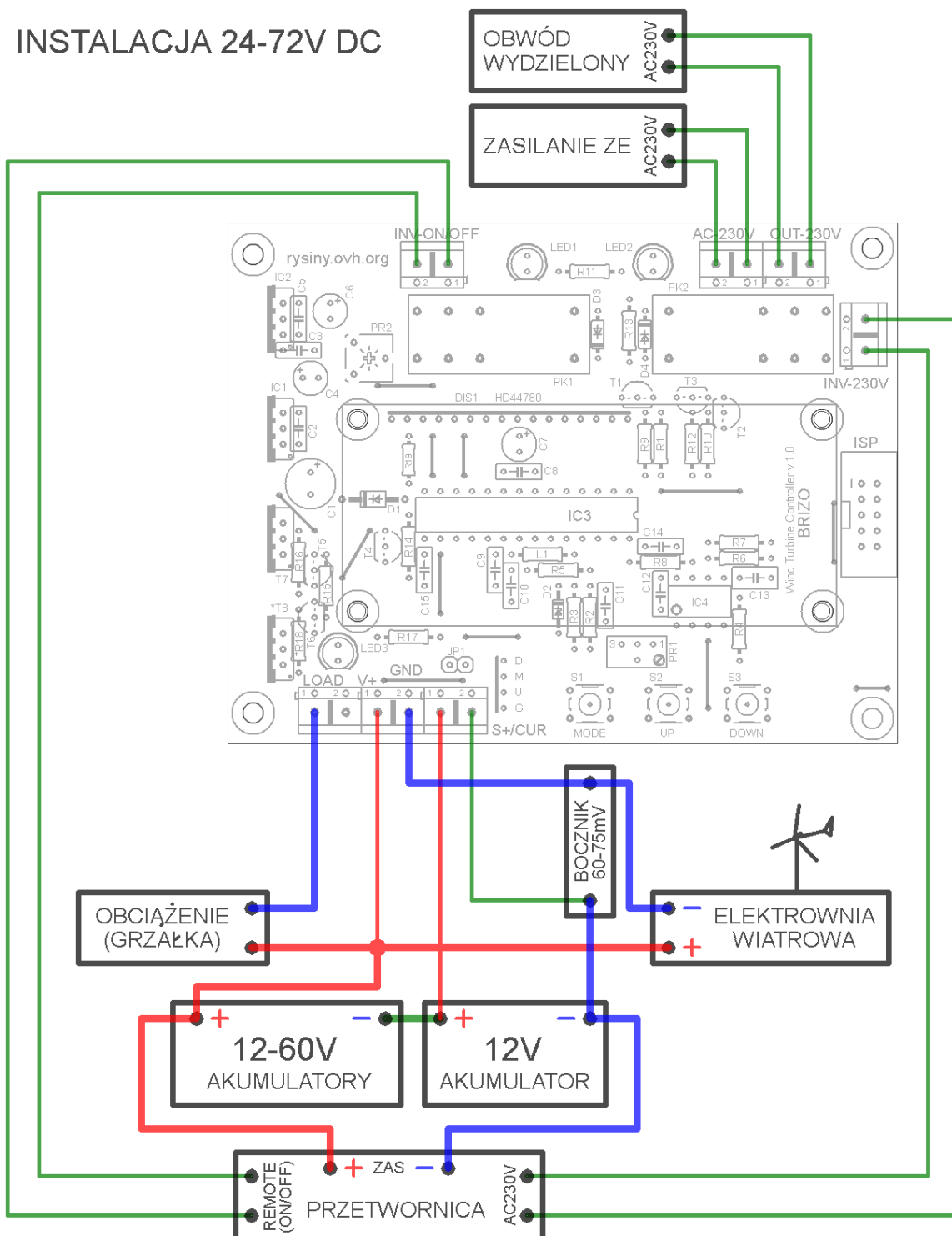


**UWAGA:** Napięcie zasilania układu podane na wejście V+ powinno wynosić minimum 9V (typowo 11-17V).

Spadek napięcia poniżej 9V może doprowadzić do niekontrolowanego resetu mikrokontrolera i w skrajnym przypadku do uszkodzenia danych zapisanych w jego pamięci.



## INSTALACJA 24-72V DC



***UWAGA:*** Napięcie zasilania układu podane na wejście S+ powinno wynosić minimum 9V (typowo 11-17V).

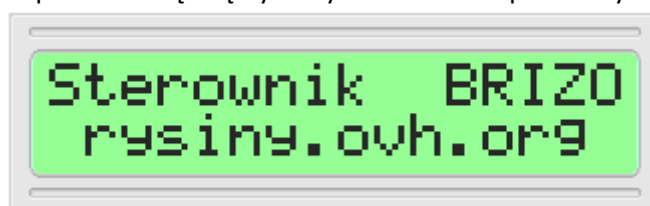
Spadek napięcia poniżej 9V może doprowadzić do niekontrolowanego resetu mikrokontrolera i w skrajnym przypadku do uszkodzenia danych zapisanych w jego pamięci.

Napięcie pomiędzy V+ i GND nie powinno przekraczać wartości bezpiecznych dla zastosowanych tranzystorów mocy.

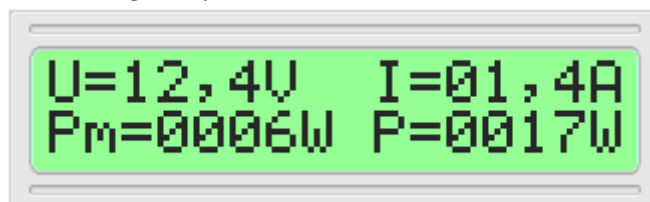
## KOLEJNOŚĆ PODŁĄCZENIA, URUCHOMIENIE STEROWNIKA

1. Podłączamy bocznik do sterownika (jeżeli nie chcemy korzystać z amperomierza należy użyć kawałka przewodu i podłączyć wejście **CUR** do masy **GND** sterownika). Bocznik powinien znajdować się możliwie blisko sterownika. Nie podłączenie bocznika lub nie wykonanie połączenia **CUR**->**GND** spowoduje błędne wyświetlanie natężenia prądu na wyświetlaczu LCD sterownika.
2. Łączymy bocznik z zaciskiem „-“ (MINUS) akumulatora.
3. Dla instalacji 12V korzystamy ze zworki (jumper) **JP1** i podłączamy wejście **V+** do zacisku „+” (PLUS) akumulatora (zasilanie sterownika i pomiar napięcia w instalacji EW). Dla instalacji 24-72V podłączamy wejście **S+** do zacisku „+” (PLUS) pierwszego akumulatora w szeregu (zasilanie sterownika), a wejście **V+** do zacisku „+” (PLUS) ostatniego akumulatora w szeregu (pomiar napięcia w instalacji EW).

Sterownik powinien się włączyć i wyświetlić ekran powitalny:



a następnie ekran główny:



Jeżeli na wyświetlaczu nic się nie pojawiło, ale podświetlenie działa, to należy ustawić kontrast LCD (potencjometr **PR2**).

4. Kalibracja woltomierza.  
Korzystając z małego śrubokręta kręcimy potencjometrem **PR1** i kalibrujemy wskazania woltomierza sterownika (**U**) tak, aby były zbieżne ze wskazaniami multimetru cyfrowego mierzącego napięcie na akumulatorze (akumulatorach).
5. Kalibracja amperomierza (opisana w kolejnym rozdziale: KALIBRACJA AMPEROMIERZA).
6. Ustawienie progów w menu USTAWIENIA.

**Dalsze czynności wykonujemy przy wyłączonym sterowniku** (np. odłączone zasilanie od bocznika):

7. Podłączamy dodatkowe obciążenie **LOAD** (grzałka, żarówka, itp.).  
**MOC OBCIĄŻENIA POWINNA BYĆ CO NAJMNIEJ RÓWNA MOCY NOMINALNEJ ELEKTROWNI.**
8. Podłączamy przewody zasilające przetwornicę napięcia, oraz wejście REMOTE przetwornicy (włącznik) do złącza **INV-ON/OFF** sterownika.
9. **Z zachowaniem szczególnej ostrożności** podłączamy do sterownika OBWÓD WYDZIELONY, ZASILANIE ZE oraz wyjście 230V przetwornicy napięcia.

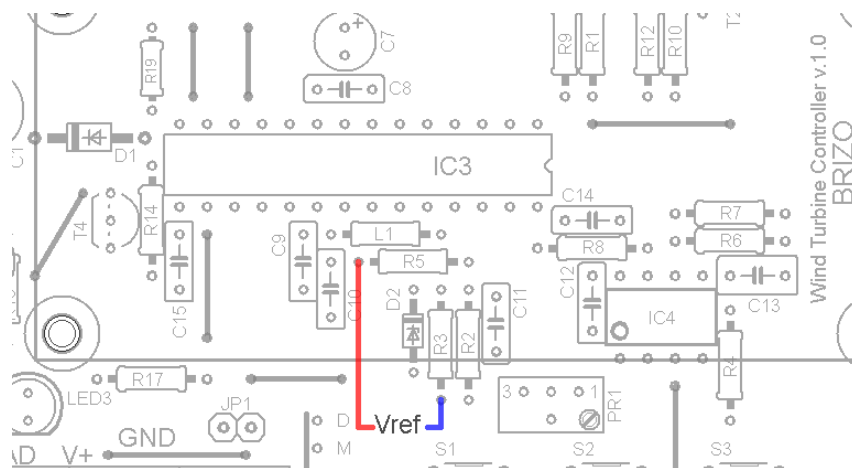
Włączamy sterownik, a następnie:

10. Podłączamy przewody z Elektrowni Wiatrowej.

## KALIBRACJA AMPEROMIERZA

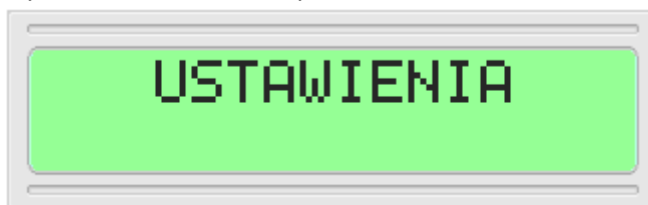
Domyślnie w programie mikrokontrolera zapisane jest typowe wewnętrzne napięcie referencyjne ATmega8 równe **2,56V**. Napięcie to może, w zależności od egzemplarza, wynosić od 2,30V do 2,90V. Aby amperomierz sterownika działał poprawnie należy zmierzyć napięcie referencyjne danego egzemplarza mikrokontrolera (tę czynność wykonujemy jednorazowo) i wprowadzić jego faktyczną wartość do pamięci sterownika.

Pomiar napięcia referencyjnego wykonujemy multymetrem z dokładnością do 0,01V przy włączonym sterowniku wg poniższego rysunku (dla wygody można zdemontować wyświetlacz LCD).

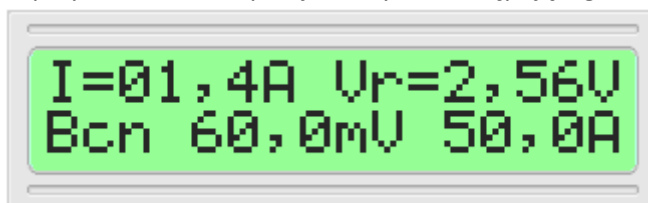


Mierzmy napięcie referencyjne mikrokontrolera **Vref** i zapisujemy jego wartość na kartce lub markerem na PCB sterownika – może się kiedyś przydać, np. po aktualizacji oprogramowania.

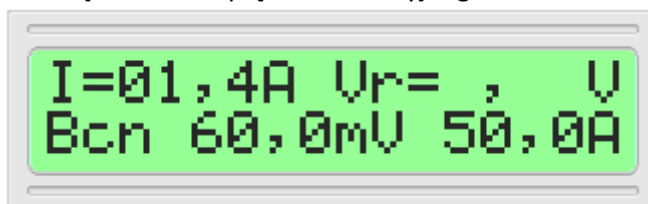
1. Przytrzymując przycisk **MODE** wchodzimy do menu **USTAWIENIA**.



2. Naciskamy krótko przycisk **MODE** aż przejdziemy do następującego ekranu:



3. Gdy mignie krótko wartość **Vr=**. Przyciskami **UP** i **DOWN** zmieniamy domyślną wartość **Vr=2,56V** na zmierzoną wartość napięcia referencyjnego **Vref**.



4. Następnie w ten sam sposób ustawiamy wartości charakteryzujące zastosowany bocznik do pomiaru prądu (domyślnie 50,0A i 60,0mV).
5. **Ustawiamy offset ADC dla pomiaru prądu (tę czynność wykonujemy jednorazowo) - w tym celu:**
  - a) wyłączamy sterownik,
  - b) włączamy sterownik trzymając przycisk **UP**. Przy starcie wyświetli się ekran z następującym zapytaniem:



- c) jeżeli w ciągu 3 sekund naciśniemy i przytrzymamy przycisk **MODE**, zostanie uruchomiona funkcja automatycznego ustawienia wartości offsetu ADC (zostanie wyświetlony poniższy ekran z paskiem postępu), po czym nastąpi uruchomienie sterownika z wprowadzonymi ustawieniami.



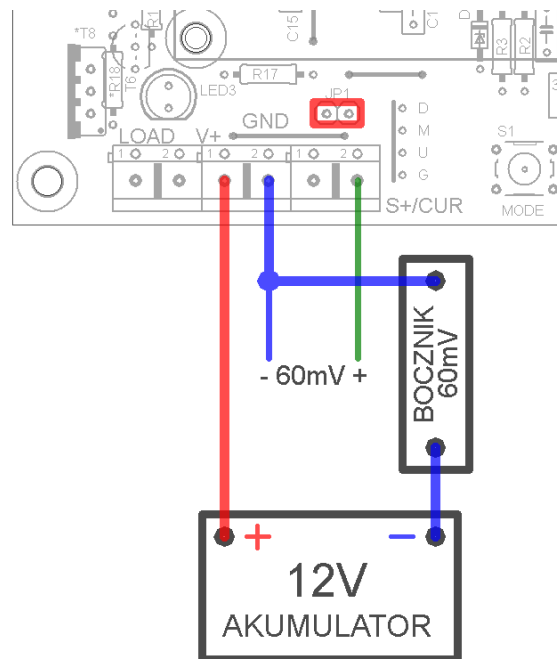
Jeżeli w ciągu 3 sekund nie naciśniemy przycisku **MODE**, sterownik zostanie uruchomiony z bieżącymi ustawieniami offsetu ADC dla pomiaru prądu.

***UWAGA: Procedurę ustawienia offsetu ADC należy przeprowadzać w docelowej instalacji, przy podłączonym boczniku.***

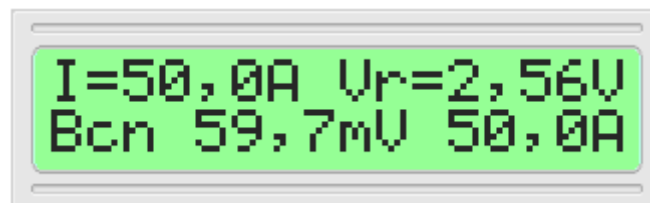
Do wzmocnienia napięcia odkładającego się na rezystorze pomiarowym (boczniku) użyto wzmacniacza operacyjnego w układzie nieodwracającym i wzmocnieniu około 28 razy. Wartość tego wzmocnienia znajduje się także w programie mikrokontrolera.

Rezystory wyznaczające wzmocnienie jak i sam wzmacniacz operacyjny mają pewną tolerancję parametrów, zatem wartość wzmocnienia może nieco odbiegać od 28, a przez to wyświetlany wynik różnić się od faktycznego.

Błąd ten można zredukować, podając na wejście **CUR** względem **GND**, napięcie z zewnętrznego źródła (bateria, zasilacz, dzielnik napięcia, itp.) o wartości maksymalnego napięcia odkładającego się na zastosowanym boczniku (np. 60mV dla 50A).

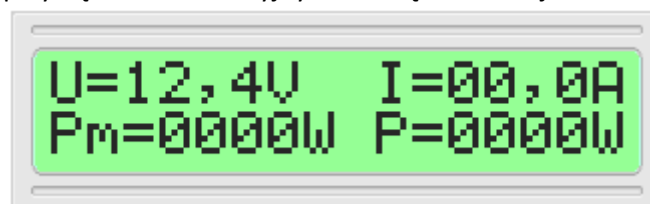


Następnie wchodzimy w **USTAWIENIA** i korygujemy wartość **Bcn mV** bocznika tak, aby mierzone natężenie prądu (**I=**) odpowiadało znamionowemu natężeniu prądu bocznika (**Bcn A**).



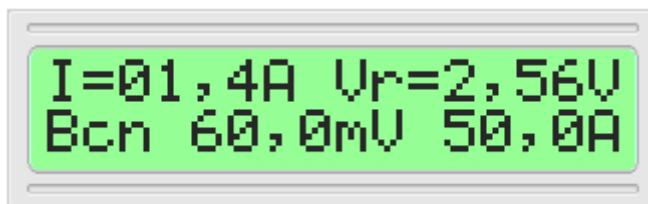
Zmiany zapisujemy przytrzymując przycisk **MODE**.

Tak skalibrowany amperomierz powinien mierzyć prąd ładowania akumulatora z dość dużą precyzją, chociaż do dokładności przyrządów laboratoryjnych trochę mu brakuje.



## RESETOWANIE WSKAZAŃ LICZNIKÓW Ah i kWh

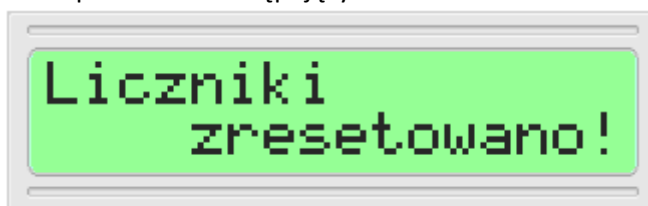
Aby zresetować wskazania liczników Ah i kWh należy wejść w menu USTAWIENIA, przejść do wyświetlenia ekranu *Ustawienia amperomierza*:



A następnie:

1. Przez około 2 sekundy przytrzymać przycisk **UP**
2. Przez około 2 sekundy przytrzymać przycisk **DOWN**

Zresetowanie stanu liczników potwierdzi następujący ekran:

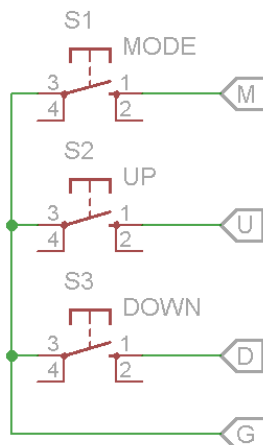


Po tej czynności nastąpi automatyczny restart sterownika. W ten sposób zerujemy stan liczników Ah i kWh w pamięci EEPROM mikrokontrolera oraz bieżące wskazania liczników.

## OPCJONALNE WYPROWADZENIE WYŚWIETLACZA I PRZYCISKÓW POZA PCB

Wyświetlacz LCD połączony jest z PCB za pomocą 16-pinowego złącza typu GOLDPIN, zatem w prosty sposób można go odłączyć od płyty głównej sterownika i umieścić w dowolnym miejscu stosując odpowiednio wykonaną taśmę. Złącze jest 16pinowe, ale do obsługi wyświetlacza wykorzystanych jest tylko 12pinów (6 skrajnych z lewej i 6 skrajnych z prawej strony).

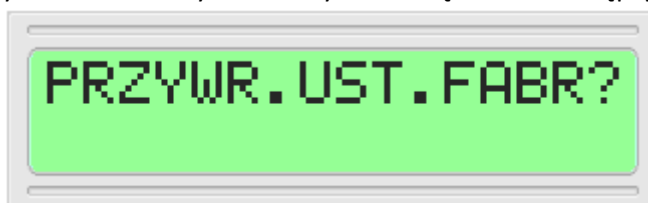
Na płycie PCB sterownika przewidziane jest także miejsce (tuż obok zworki JP1) na 4-pinowe złącze typu GOLDPIN (D - DOWN, M - MODE, U - UP, G - GND) do wyprowadzenia przycisków funkcyjnych, które również można umieścić w dowolnym miejscu stosując połączenie taśmowe oraz dodatkowe zewnętrzne 3 przyciski, umieszczone na kawałku płytki uniwersalnej według poniższego schematu:



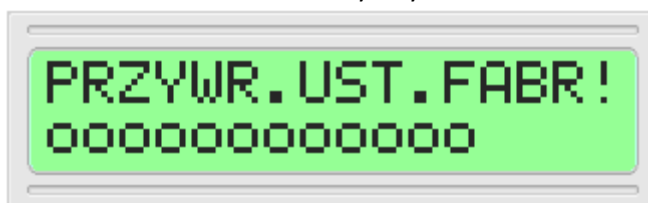
Dzięki wyprowadzeniu wyświetlacza i przycisków poza PCB, możemy umieścić sterownik np. w obudowie na szynę DIN, lub w skrzynce bezpiecznikowej IP-65. Jeżeli wybierzemy powyższą opcję i sterownik ma załączać obciążenia dużej mocy przez PWM **LOAD**, radiator musi znaleźć się na zewnątrz obudowy, aby mógł sprawnie odprowadzić ciepło do otoczenia.

### PRZYWRACANIE USTAWIEŃ FABRYCZNYCH

W przypadku uszkodzenia danych w pamięci EEPROM mikrokontrolera możliwa jest ich naprawa, poprzez przywrócenie ustawień fabrycznych. Aby przywrócić dane fabryczne należy włączyć sterownik trzymając przycisk **MODE**. Przy starcie wyświetli się ekran z następującym zapytaniem:



Jeżeli w ciągu 3 sekund naciśniemy i przytrzymamy przycisk **DOWN**, dane fabryczne zostaną przywrócone do pamięci EEPROM (zostanie wyświetlony poniższy ekran z paskiem postępu), po czym nastąpi uruchomienie sterownika z ustawieniami fabrycznymi.



Jeżeli w ciągu 3 sekund nie naciśniemy przycisku **DOWN**, dane nie zostaną przywrócone i sterownik zostanie uruchomiony z bieżącymi ustawieniami.

Po przywróceniu ustawień fabrycznych konieczna jest ponowna kalibracja amperomierza.

### PROGRAMOWANIE MIKROKONTROLERA / AKTUALIZACJA OPROGRAMOWANIA

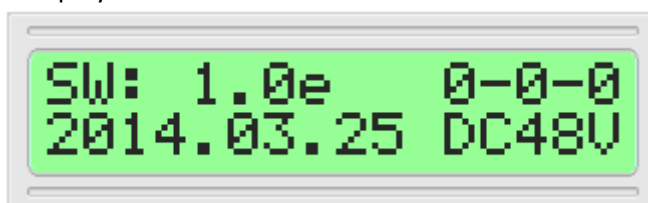
Sterownik wyposażony jest w standardowe złącze programatora ISP 10pin KANDA.

Fuse bity mikrokontrolera należy ustawić na wewnętrzny oscylator 8MHz, oraz włączyć wbudowaną funkcję monitorującą napięcie zasilania *Brown-out Detection* (BODEN = 0) i ustawić jej poziom na 4V (BODLEVEL = 0).

Po aktualizacji oprogramowania konieczna jest ponowna kalibracja amperomierza.

***UWAGA: Ze względu na zastosowane rozwiązania układowe (sterowanie PWM stanem niskim) aktualizację oprogramowania należy przeprowadzać przy odłączonym obciążeniu PWM LOAD.***

Aby sprawdzić aktualną wersję oprogramowania, należy podczas wyświetlania ekranu liczników Ah i kWh wcisnąć i przytrzymać przycisk **UP**.



## **WARUNKI LICENCJI**

Całość opracowania jest własnością Autora.

Zabronione jest wykorzystywanie projektu lub jego fragmentu w celach komercyjnych (zarobkowych).

Dozwolone jest kopiowanie, publikowanie i wytwarzanie na użytek własny, jednakże w przypadku przedruku czy publikacji konieczna jest pisemna zgoda Autora.

Niezastosowanie się do powyższych warunków będzie skutkowało natychmiastowym zgłoszeniem do odpowiednich służb.

*Informacje na temat Sterownika BRIZO można znaleźć także na stronie internetowej <http://elektronika.5v.pl>*