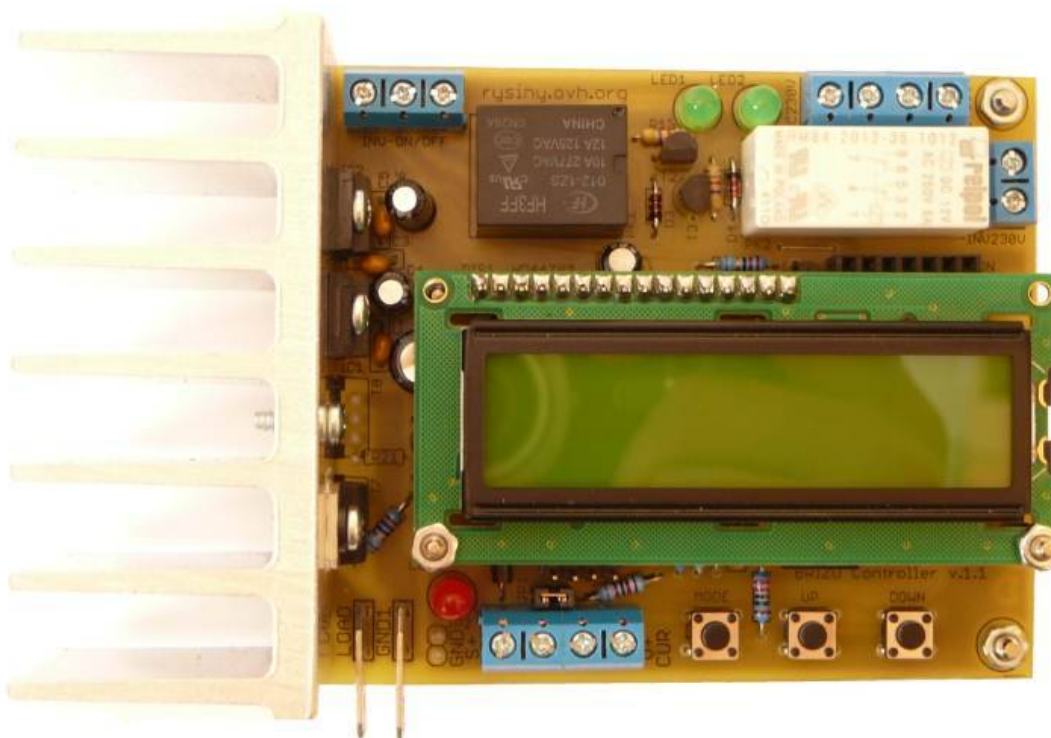


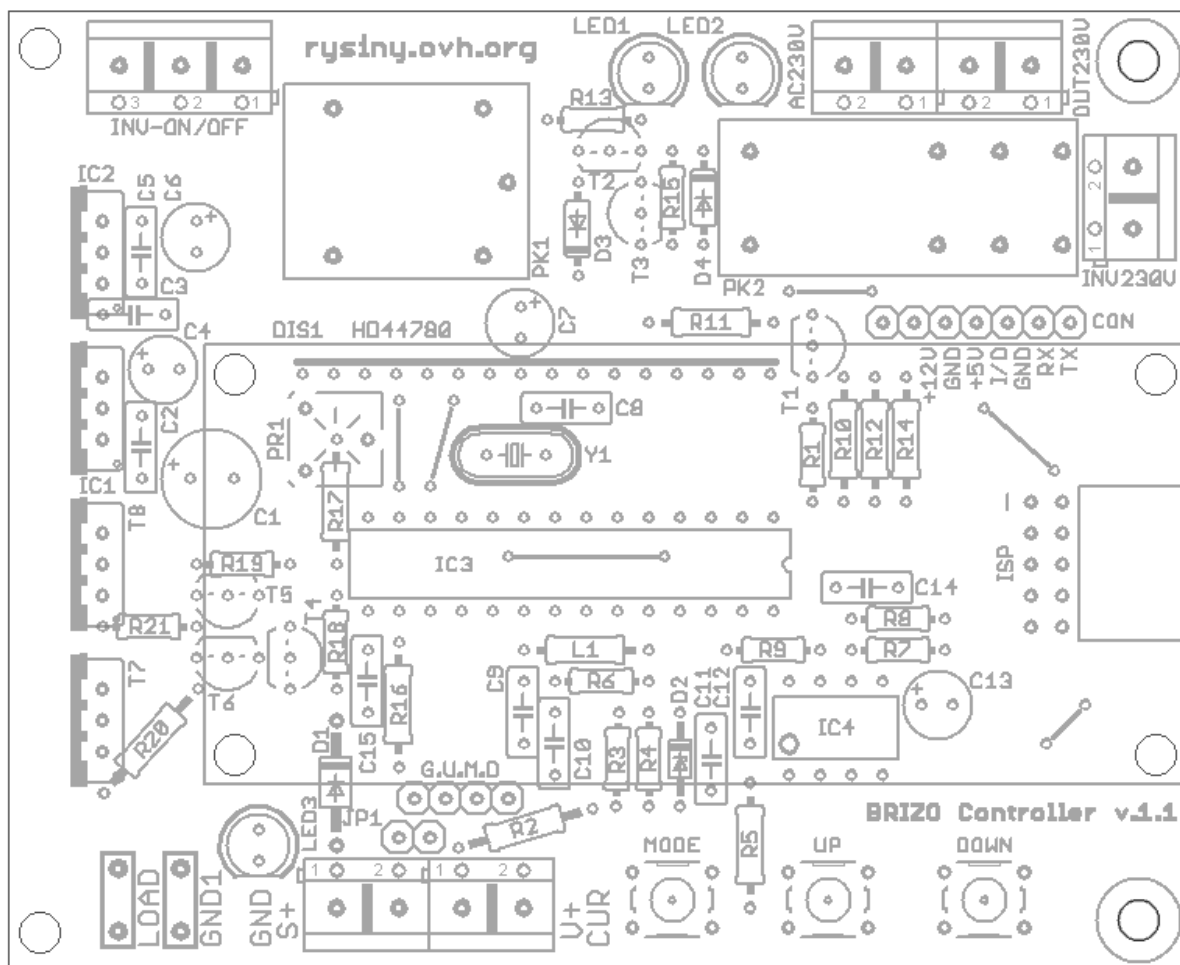
INSTRUKCJA OBSŁUGI
Sterownik Małej Elektrowni Wiatrowej / Elektrowni PV
BRIZO ver. 1.1



PODSTAWOWE CECHY I FUNKCJE

- sterownik i elementy wykonawcze na jednej płytce,
- bardzo zwarta konstrukcja, wymiary sterownika (z radiatorem 4cm): 78 x 126 x 46mm (PCB: 78 x 96mm),
- 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 (programowa kalibracja wskazań),
- pomiar prądu ładowania akumulatora 0,0A - 50,0A z rozdzielczością 0,1A (współpraca z bocznikami od 30mV do 60-75mV, programowa kalibracja wskazań),
- obliczenia mocy chwilowej 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), odrębna masa układu wykonawczego (możliwość zastosowania układu wykonawczego przed lub za bocznikiem pomiarowym),
- regulowane progi zabezpieczenia PWM oraz załączenia/wyłączenia przetwornicy i przełączenia zasilania sieciowego na EW (Power Switch),
- sterowanie wejściem "Remote" (ON/OFF) przetwornicy napięcia,
- dodatkowe wyjście do sterowania awaryjną ładowarką (zabezpieczenie przed rozładowaniem),
- licznik wyprodukowanych Ah (do 999999Ah) i kWh (do 99999,9kWh) z wpisem do pamięci EEPROM,
- 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,
- dwukierunkowa komunikacja z komputerem za pomocą standardu RS-232 TTL 5V
- pobór prądu w stanie czuwania (wyłączone przekaźniki i podświetlenie LCD) – około 20mA (zasilanie 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 / PV). 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 przełącznik 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 przełącznik PK2 (przełączenie zasilania z ZE na EW), co zasygnalizuje zaświecenie się diody LED2,
- jeżeli TAK – wyłącza przełącznik PK1 (wyłączenie przetwornicy napięcia), co zasygnalizuje wygaszenie diody LED1.

Jeżeli 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 1840VA.

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 o rezystancji D-S (dren – źródło) poniżej 0,010Ω. Zastosowany radiator A5723 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 do 50A – prąd zależy od użytych tranzystorów mocy N-MOSFET, radiatora i odpowiedniego podłączenia. Przyjmując maksymalny prąd 50A możemy wyznaczyć maksymalną moc, jaka może być przekazywana przez PWM do obciążenia, w zależności od napięcia w instalacji:

- 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) – $58,0V * 50,0A = 2900W$, itd.

Większość mocy elektrowni wiatrowej / PV 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 nagłym wzroście mocy elektrowni, zatem zastosowanie tranzystorów N-MOSFET na prądy rzędu 25-30A jest wystarczające w większości przypadków.

Sterownik posiada wyjście sterujące, które po dołączeniu dodatkowego układu wykonawczego (np. przekaźnika) służy do włączania awaryjnej ładowarki sieciowej, zapobiegającej nadmiernemu rozładowaniu i uszkodzeniu akumulatorów. Progi zadziałania tego zabezpieczenia można regulować z poziomu menu ustawień. Czas zwłoki załączenia/wyłączenia ładowarki jest stały i wynosi około 5s.

Zarówno przetwornicę jak i ładowarkę awaryjną można także włączać ręcznie, za pomocą naciśnięcia jednego przycisku, lub zdalnie z komputera używając programu typu „terminal”. Szczegóły w dalszej części Instrukcji obsługi.

PORUSZANIE SIĘ PO MENU

Do obsługi menu służą 3 przyciski funkcyjne:

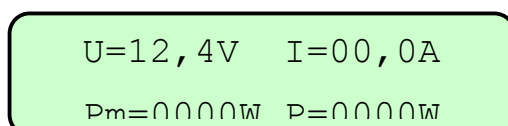
MODE – przełącza ekrany menu,

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 czterech ekranów pomocniczych.

- Ekran główny:



U=12,4V I=00,0A
Pm=0000W P=0000W

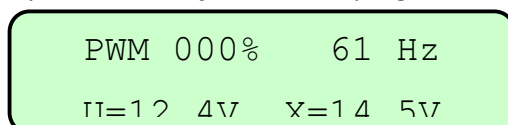
U – aktualne napięcie na akumulatorze [V],

I – prąd ładowania akumulatora [A],

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

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

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



PWM 000% 61 Hz
T=1 2 4V X=1 4 5V

PWM – aktualna wartość wypełnienia sygnału PWM [%],

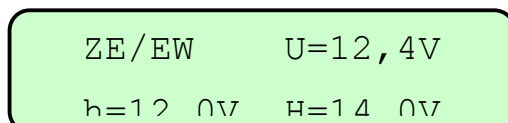
61 Hz – aktualna częstotliwość PWM

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):



ZE/EW U=12,4V
h=1 2 0V H=1 4 0V

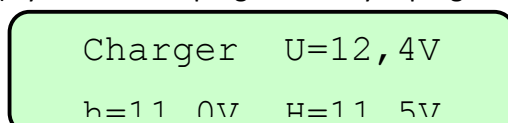
U – aktualne napięcie na akumulatorze [V],

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 zaprogramowanych progów ładowarki awaryjnej):



Charger U=12,4V
h=1 1 0V H=1 1 5V

U – aktualne napięcie na akumulatorze [V],

c – próg załączenia ładowarki awaryjnej [V],

C – próg wyłączenia ładowarki awaryjnej [V],

UWAGA: Jeżeli ładowarka jest wyłączona, a podczas wyświetlania powyższego ekranu naciśniemy i przytrzymamy przycisk **UP**, gdy wartość napięcia U jest mniejsze od C, nastąpi włączenie ładowarki.

Jeżeli ładowarka jest włączona i wartość napięcia U jest większa lub równa c , możemy ręcznie wyłączyć ładowarkę wciskając i przytrzymując przycisk **UP**.

- Ekran pomocniczy 4 (wyświetlanie wyprodukowanych Ah i kWh):

```
ENER 000000 Ah
CTA 00000 0 kWh
```

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

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

```
USTAWIENIA
```

Menu **USTAWIENIA** składa się z sześciu ekranów.

- Ustawienia PWM:

```
PWM 000% 61 Hz
TT=1 2 4V X=1 4 5V
```

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:

```
ZE/EW U=12,4V
h=1 2 0V H=1 4 0V
```

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 $C+0,1V$ do $H-0,1V$)

- Ustawienia mocy minimalnej:

```
Moc min. 0000W
```

Od wersji 1.1a programu jest możliwość ustawiania mocy minimalnej dla załączenia przetwornicy. Jeżeli napięcie jest wyższe od ustawionego progu załączenia przetwornicy, oraz jednocześnie moc średnia jest większa lub równa ustawionej mocy minimalnej, przetwornica będzie załączona. Oba warunki muszą być spełnione jednocześnie. Moc minimalną można ustawiać w zakresie 0W-9990W ze skokiem 10W.

UWAGA: Jeżeli aktualna moc średnia jest mniejsza od ustawionej mocy minimalnej, to sterownik nie przełączy się na sieć wydzieloną. Jeżeli ustawiona moc minimalna ma wartość 0W, to sterownik działa jak w poprzedniej wersji (1.0 lub 1.1) i reaguje tylko na zmiany napięcia.

- Ustawienia ładowarki awaryjnej:

```
Charger  U=12,4V
          h=11 0V  H=11 5V
```

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

c – regulacja progu załączenia ładowarki awaryjnej [V]

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

C – regulacja progu wyłączenia ładowarki awaryjnej [V]

(wartość można zmieniać w zakresie od c+0,1V do h-0,1V)

UWAGA: 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  05s
Podsw. LCD   20s
```

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):

```
I=01,4A  Vr=1,100
Bcn 60 0mV  50 0A
```

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

(domyślnie 1,100 - wartość można zmieniać w zakresie od 1,000 do 1,200),

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),

- Ustawienia woltomierza (patrz także rozdział KALIBRACJA WOLTOMIERZA):

```
Woltomierz
          U=12 4V  +1 3%
```

U – mierzone napięcie [V],

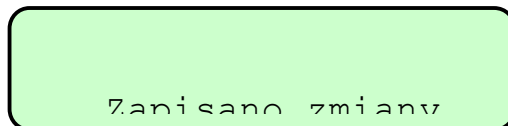
+13% - korekta ustawień domyślnej wartości napięcia (od -99% do +99%)

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

```
ZE/EW  U=12,4V
          h=12 0V  H=  V
```

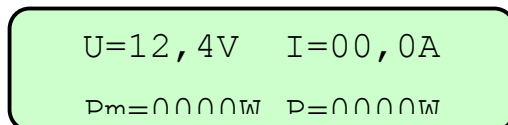
która następnie może być, za pomocą przycisków **UP** i **DOWN**, zwiększana, bądź zmniejszana.

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



Zapisano zmiany

a następnie przejście do ekranu głównego:



U=12,4V I=00,0A
Pm=0000W P=0000W

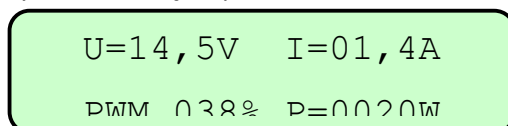
Gdy jesteśmy aktualnie w menu w miejscu innym niż ekran główny i przez około 20 sekund nie naciśniemy żadnego przycisku, sterownik automatycznie powróci do ekranu głównego.

Należy pamiętać, aby zapisywać zmiany w menu USTAWIENIA przytrzymaniem klawisza **MODE**.

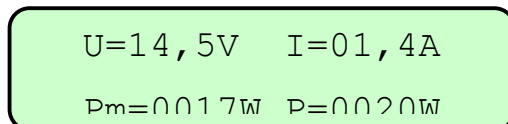
Jeżeli tego nie zrobimy, sterownik będzie pamiętać zmienione wartości tylko do najbliższego restartu urządzenia.

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.



U=14,5V I=01,4A
PWM 038% P=0000W



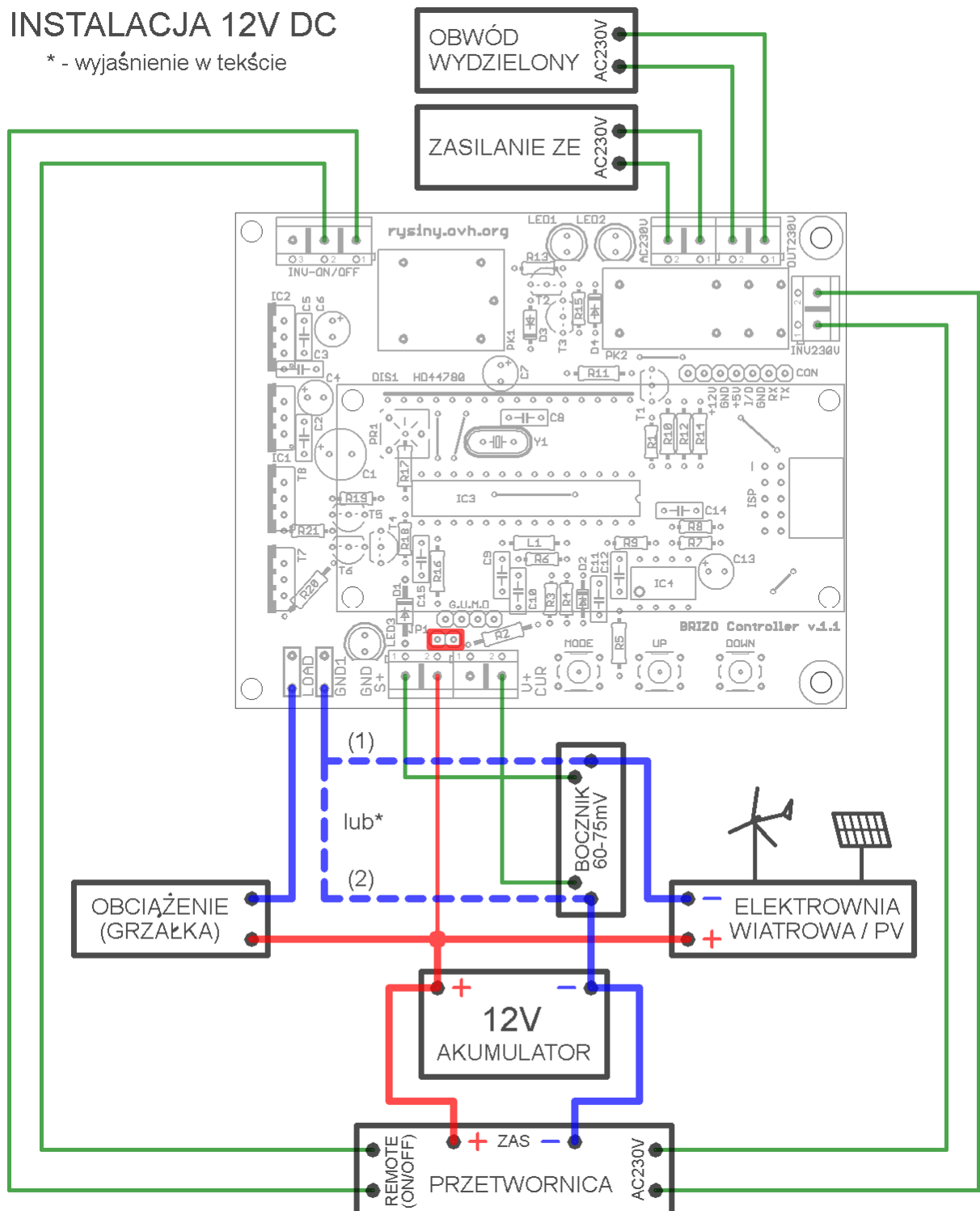
U=14,5V I=01,4A
Pm=0017W P=0000W

SPOSÓB PODŁĄCZENIA STEROWNIKA

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

INSTALACJA 12V DC

* - wyjaśnienie w tekście



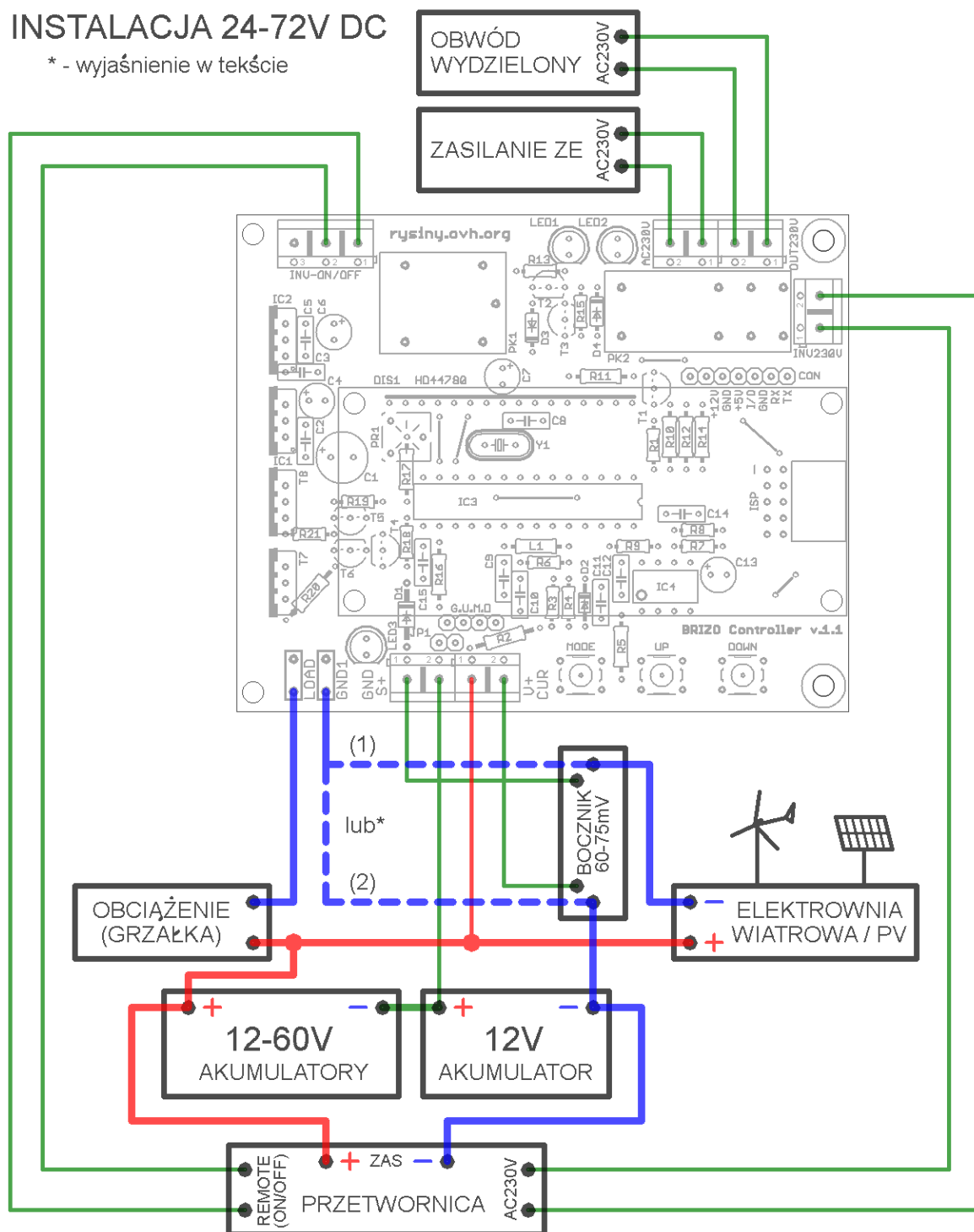
UWAGA: Napięcie zasilania układu podane na wejście V+ powinno wynosić minimum 9V (typowo 11-17V).

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

* - patrz rozdział UKŁAD WYKONAWCZY PWM LOAD

INSTALACJA 24-72V DC

* - wyjaśnienie w tekście



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.

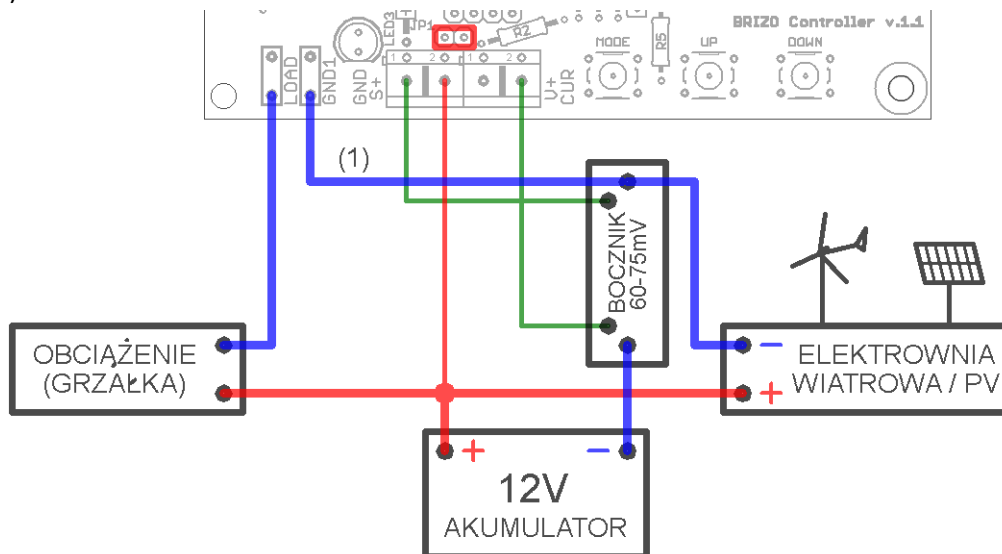
Napięcie pomiędzy V+ i GND nie powinno przekraczać wartości bezpiecznych dla zastosowanych tranzystorów mocy.

* - patrz rozdział UKŁAD WYKONAWCZY PWM LOAD

UKŁAD WYKONAWCZY PWM LOAD

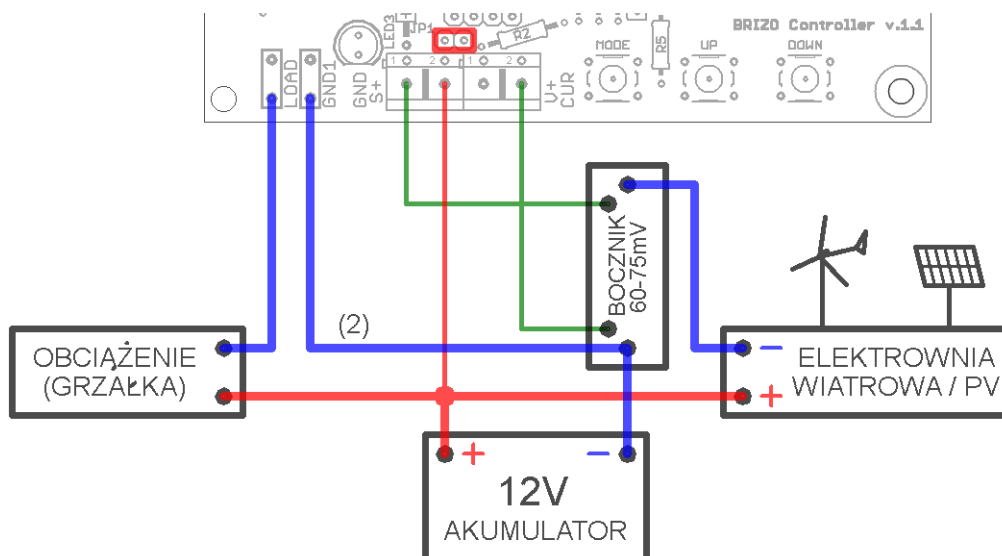
Na płytce PCB sterownika zaprojektowano odrębną masę układu wykonawczego **GND1**. Przyjęte rozwiązanie pozwala podłączyć masę układu wykonawczego w różnych miejscach instalacji:

- (1) Od strony zasilania z Elektrowni Wiatrowej / Elektrowni PV (przed bocznikiem do pomiaru prądu).



W tym przypadku sterownik będzie mierzyć tylko prąd ładowania akumulatora. Prąd pobierany przez obciążenie nie będzie w tym przypadku uwzględniany w pomiarze, obliczeniach mocy i wyprodukowanej energii.

- (2) Od strony obciążenia (za bocznikiem do pomiaru prądu).

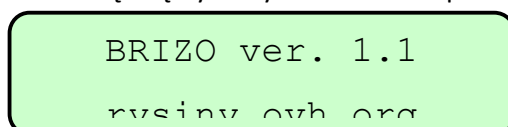


W tym przypadku sterownik będzie mierzyć prąd ładowania akumulatora oraz prąd pobierany przez obciążenie. Sumaryczny prąd będzie wykorzystywany w obliczeniach mocy i wyprodukowanej energii.

KOLEJNOŚĆ PODŁĄCZENIA, URUCHOMIENIE STEROWNIKA

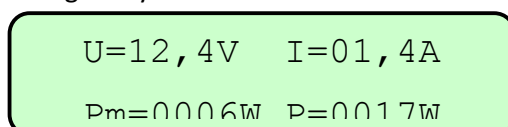
1. Podłączamy bocznik do sterownika (jeżeli nie chcemy korzystać z amperomierza należy użyć kawałka przewodu i podłączyć wejście pomiarowe **CUR** do masy **GND** sterownika). Bocznik powinien znajdować się możliwie blisko sterownika. Nie podłączenie bocznika lub nie wykonanie połączenia **CUR<->GND** 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 **S+** do zacisku „+” (PLUS) akumulatora (zasilanie sterownika i pomiar napięcia w instalacji EW/PV). 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/PV).

Sterownik powinien się włączyć i wyświetlić ekran powitalny:



```
BRIZO ver. 1.1
rusiny.ovh.org
```

a następnie ekran główny:



```
U=12,4V I=01,4A
Pm=0006W P=0017W
```

Jeżeli na wyświetlaczu nic się nie pojawiło, ale podświetlenie działa, to należy wyłączyć sterownik, zdemontować wyświetlacz i ustawić kontrast LCD (potencjometr **PR1**).

4. Kalibracja woltomierza (opisana w rozdziale: KALIBRACJA WOLTOMIERZA).
5. Kalibracja amperomierza (opisana w rozdziale: KALIBRACJA AMPEROMIERZA).
6. Ustawienie progów w menu USTAWIENIA.

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

7. Podłączamy przewód **GND1** – masa układu wykonawczego (patrz rozdział: UKŁAD WYKONAWCZY PWM LOAD).
8. Podłączamy dodatkowe obciążenie **LOAD** (grzałka, żarówka, itp.).
MOC OBCIĄŻENIA POWINNA BYĆ CO NAJMNIEJ RÓWNA MOCY NOMINALNEJ ELEKTROWNI.
9. Podłączamy przewody zasilające przetwornicę napięcia, oraz wejście REMOTE przetwornicy (włącznik) do złącza **INV-ON/OFF** sterownika.
10. **Z zachowaniem szczególnej ostrożności** podłączamy do sterownika OBWÓD WYDZIELONY, ZASILANIE ZE oraz wyjście 230V przetwornicy napięcia.

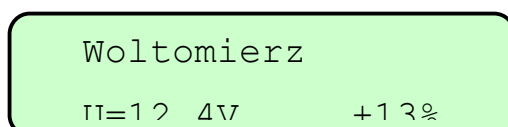
Włączamy sterownik, a następnie:

11. Podłączamy przewody z Elektrowni Wiatrowej / Elektrowni PV.

KALIBRACJA WOLTOMIERZA

Podłączamy multimetr elektroniczny (woltomierz) pod zaciski pomiarowe **V+** i **GND** sterownika.

Wchodzimy do menu USTAWIENIA:



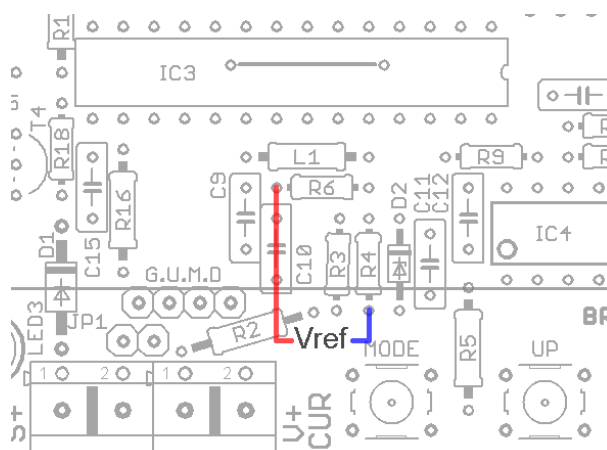
```
Woltomierz
U=12.4V +1.3%
```

Za pomocą przycisków **UP** i **DOWN** korygujemy wartość **U=** tak, aby była zbieżna z wartością pokazywaną przez multimetr. Wprowadzone zmiany zapisujemy do pamięci EEPROM mikrokontrolera przytrzymując przycisk **MODE**.

KALIBRACJA AMPEROMIERZA

Domyślnie w programie mikrokontrolera zapisane jest typowe wewnętrzne napięcie referencyjne ATmega328P równe **1,100V**. Napięcie to może, w zależności od egzemplarza, wynosić od 1,000V do 1,200V. 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 multimetrem z dokładnością do 0,001V 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.

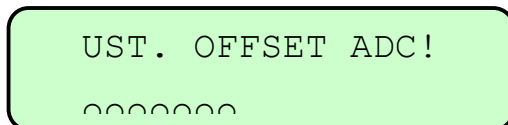
1. Wchodzimy do menu **USTAWIENIA**
2. Przechodzimy do menu ustawień amperomierza i przyciskami **UP** i **DOWN** zmieniamy domyślną wartość **Vr=1,100** na zmierzoną wartość napięcia referencyjnego **Vref**.

```
I=01,4A Vr= ,  
Rcn 60 0mV 50 0A
```

3. Następnie w ten sam sposób ustawiamy wartości charakteryzujące zastosowany boczniak do pomiaru prądu (domyślnie 50,0A i 60,0mV).
4. Zapisujemy wprowadzone zmiany do pamięci nieulotnej mikrokontrolera przytrzymując przycisk **MODE**.
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:

```
UST. OFFSET ADC?
```

- 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.



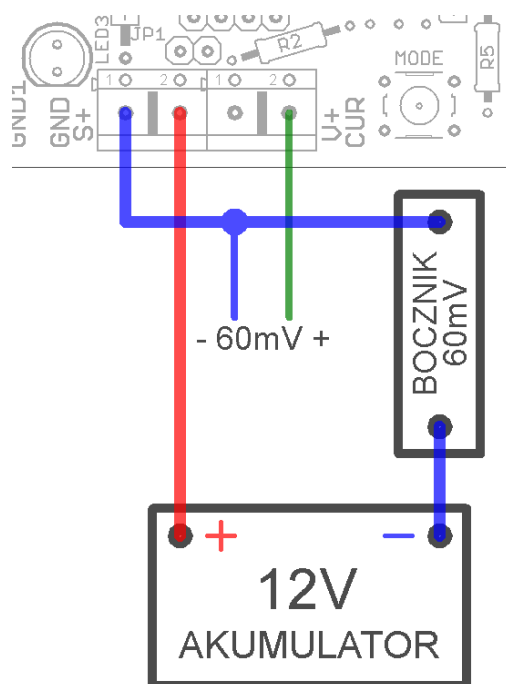
Jeżeli w ciągu 3 sekund nie naciśniemy przycisku **MODE**, sterownik zostanie uruchomiony z bieżącymi ustawieniami offsetu ADC dla pomiaru prądu.

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

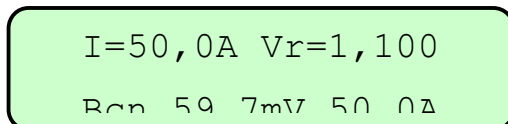
Do wzmocnienia napięcia odkładającego się na rezystorze pomiarowym (boczniku) użyto wzmacniacza operacyjnego LM358AN w układzie nieodwracającym i wzmocnieniu około 11 razy. Wartość tego wzmocnienia znajduje się także w programie mikrokontrolera.

Rezystory wyznaczające wzmocnienie jak i sam wzmacniacz operacyjny mają pewną tolerancję parametrów, zatem wartość wzmocnienia może nieco odbiegać od 11, a przez to wyświetlany wynik różnić się od faktycznego.

Błąd ten można zredukować, podając na wejście pomiarowe **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 z dość dużą precyzją, chociaż do dokładności przyrządów laboratoryjnych trochę mu brakuje.

```
U=12,4V   I=00,0A
Pm=0000W  P=0000W
```

RESETOWANIE WSKAZAŃ LICZNIKÓW Ah i kWh

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

```
I=00,0A Vr=1,100
Rcn 60.0mV 50.0A
```

A następnie:

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

Zresetowanie stanu liczników potwierdzi następujący ekran:

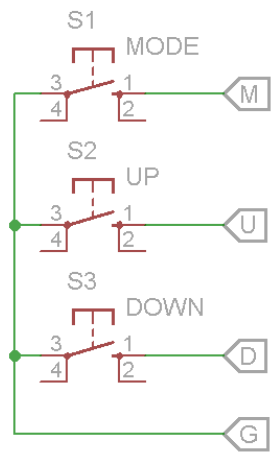
```
Liczniki
      zresetowano!
```

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:

A green LCD screen with a black border displaying the text "PRZYWR. UST. FABR?" in a monospaced font.

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.

A green LCD screen with a black border displaying the text "PRZYWR. UST. FABR!" in a monospaced font. Below the text is a progress bar consisting of 10 small circles, with the first few filled.

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 woltomierza i amperomierza.

PROGRAMOWANIE MIKROKONTROLERA / AKTUALIZACJA OPROGRAMOWANIA

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

Fuse bity mikrokontrolera należy ustawić na zewnętrzny rezonator kwarcowy 8MHz, wyłączyć bit CKDIV8 oraz włączyć wbudowaną funkcję monitorującą napięcie zasilania *Brown-out Detection* na poziom 4,3V.

Po aktualizacji oprogramowania konieczna jest ponowna kalibracja woltomierza i 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**.

A green LCD screen with a black border displaying the text "FW: 1.1a 0000" in a monospaced font.

A green LCD screen with a black border displaying the text "2015 03 14 00487" in a monospaced font.

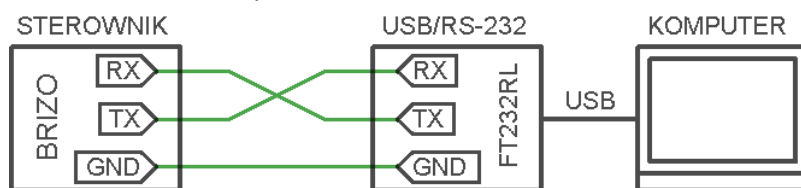
KOMUNIKACJA Z KOMPUTEREM Z WYKORZYSTANIEM STANDARDU RS-232 TTL 5V

Sterownik posiada możliwość dwustronnej komunikacji z komputerem za pomocą standardu RS-232 TTL 5V. W przypadku korzystania ze standardowego komputerowego złącza RS-232 DB9, aby połączyć się ze sterownikiem należy zastosować konwerter poziomów napięć TTL 5V, zbudowany np. na układzie MAX232.

UWAGA: Podłączenie interfejsu RS-232 DB9 bez zastosowania konwertera poziomów napięć może uszkodzić sterownik.

Do komunikacji ze sterownikiem z poziomu komputera PC nie posiadającego sprzętowego złącza DB9 potrzebna jest przejściówka USB/RS-232 TTL 5V, którą można zakupić lub zbudować we własnym zakresie, np. na układzie FT232RL. Opcjonalnie do komunikacji z komputerem można wykorzystać moduł Bluetooth, np. ATB-BTM-222 firmy ATNEL, wiąże się to jednak ze znacznym wzrostem poboru prądu przez sterownik, ale za to transmisja może odbywać się bezprzewodowo na znaczną odległość. Przyjęta niska prędkość transmisji danych (9600 baud) pozwala na umieszczenie sterownika w znacznej odległości od komputera, przy zachowaniu poprawności przesyłanych danych. Podczas testów urządzenia, z wykorzystaniem przejściówki USB/RS-232 na układzie FT232RL oraz kabla telefonicznego czterożyłowego płaskiego typu CCS (linka 4C x 6x0,1mm), w otwartym terenie udało się przeprowadzić poprawną transmisję dwukierunkową (sterownik <--> komputer) na dystansie 100m. W zależności od zastosowanych podzespołów i warunków panujących w danym otoczeniu, dystans ten może ulec znacznemu skróceniu.

Schemat połączenia sterownika z komputerem:

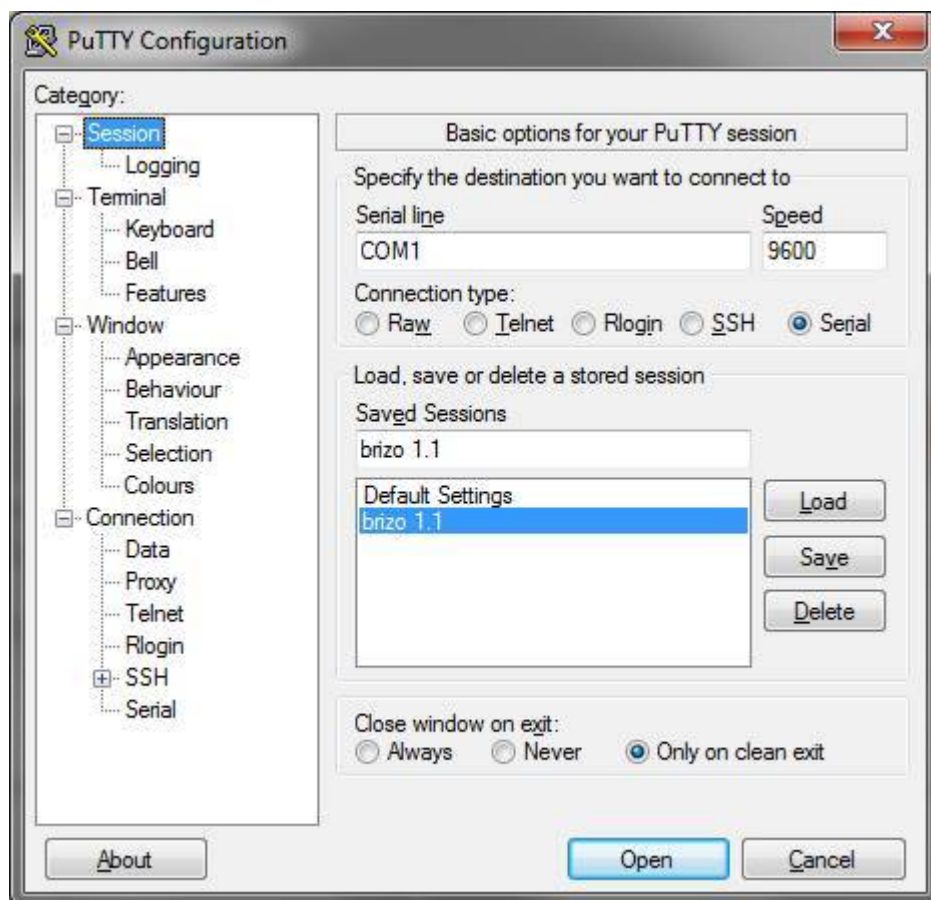
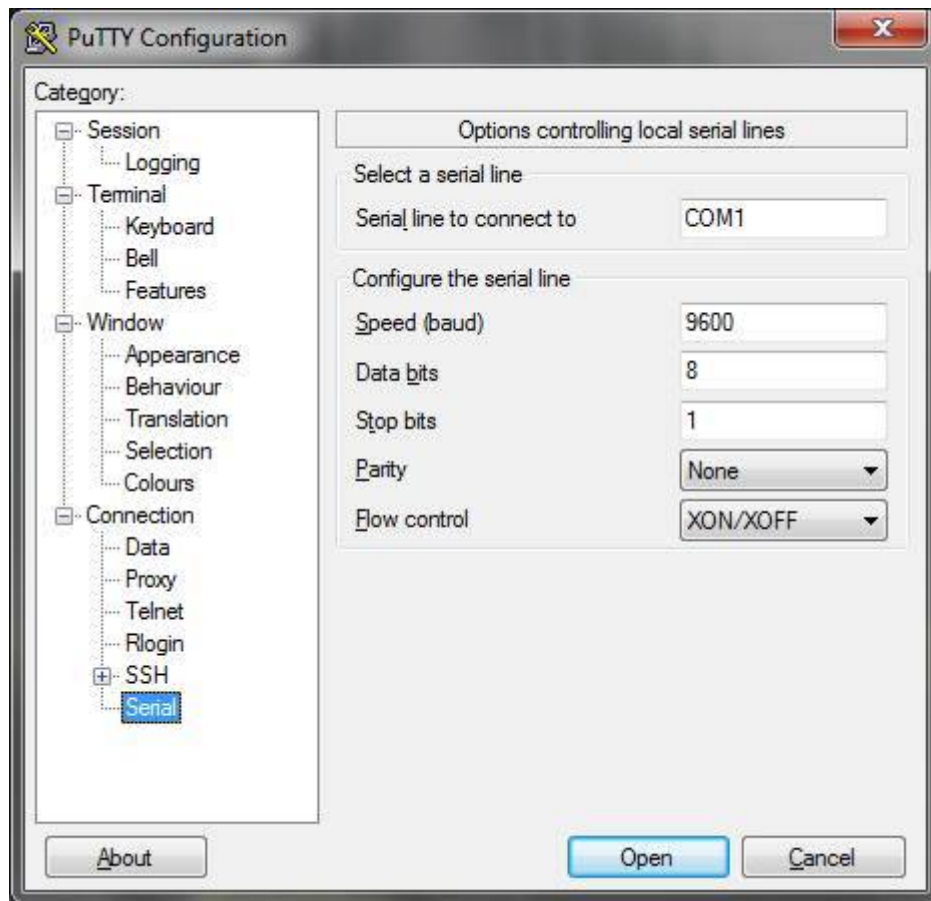


Aby uzyskać połączenie ze sterownikiem należy zainstalować na komputerze program typu terminal i odpowiednio skonfigurować połączenie:

- Prędkość: 9600 baud,
- Ramka danych: Data bits - 8, Stop bits - 1, Parity – None,
- Kodowanie znaków: Translation – Win 1250 (Central European),
- Czcionka: Appearance - np. *Courier New* zwykła 16 pt.

następnie zapisać wprowadzone zmiany jako nową konfigurację: Session – Brizo 1.1.

Poniżej przykładowa konfiguracja z programu PuTTY/KITTY:



Zapisaną sesję otwieramy klikając na nią dwukrotnie lewym przyciskiem myszy.

Jeżeli wszystko podłączyliśmy i ustawiliśmy prawidłowo po włączeniu sterownika na ekranie terminala powinno pojawić się następujące menu:

```
Sterownik BRIZO ver. 1.1
-----
1 - Pokaż aktualne dane
2 - Pokaż produkcję energii
3 - Ustaw Protect PWM
4 - Ustaw częstotliwość PWM
5 - Ustaw Inverter ON
6 - Ustaw Inverter OFF
7 - Ustaw opóźnienie Power Switch
8 - Ustaw Charger ON
9 - Ustaw Charger OFF
-----
I - Włącz przetwornicę
C - Włącz ładowarkę
-----
R - odśwież ekran

wybierz opcję: ■
```

Na niebiesko wyświetlane są główne elementy ekranów menu. Na zielono opcje dodatkowe, zależne od wyboru ekranu. Menu jest dość dobrze opisane, zatem nie powinno być problemu z jego obsługą, jednakże warto przedstawić podstawowe zasady jego działania.

Wszystkie opcje są dostępne tylko z poziomu terminala, po wybraniu odpowiedniego znaku z klawiatury komputera (sterownik rozróżnia wielkość znaków, zatem trzeba stosować właściwe):

- klawisz „R” – odświeża/rysuje na nowo cały aktualny ekran; warto zapamiętać ten skrót, ponieważ za jego pomocą możemy także narysować ekran menu, gdy połączymy się ze sterownikiem już w trakcie jego działania (nie należy jednak nadużywać klawisza „R”, ponieważ wysyłanie dużej ilości danych na terminal spowalnia wykonywanie głównego programu sterownika),
- klawisz „I” – włącza/wyłącza przetwornicę napięcia (podczas włączania/wyłączania obowiązują kryteria wartości zmiennych opisane uwagami w rozdziale PORUSZANIE SIĘ PO MENU),
- klawisz „C” – włącza/wyłącza ładowarkę awaryjną (podczas włączania/wyłączania obowiązują kryteria wartości zmiennych opisane uwagami w rozdziale PORUSZANIE SIĘ PO MENU),
- klawisze od „1” do „9” – wybór poszczególnych opcji menu,
- klawisze „0” oraz „Q” – powrót do menu głównego.

Powyższe opcje dostępne są z każdego poziomu menu i ich wywołanie jest możliwe w każdym momencie.

Dodatkowo przy zmianie wartości zmiennych dostępne są jeszcze następujące znaki:

- klawisz „+” zwiększa wartość zmiennej,
- klawisz „-” zmniejsza wartość zmiennej,
- klawisz „S” zapisuje zmienną i powraca do menu głównego,
- klawisze „X”, „U”, „Y” – wybór opcji dostępnych z poziomu pojedynczej funkcji menu.

Podczas wyświetlania menu głównego sterownik nie wysyła danych do terminala (poza aktualizacją opisów funkcji dla włączenia/wyłączenia przetwornicy i ładowarki, podczas zmiany ich statusu).

W innym miejscu menu sterownik może odświeżać cyklicznie niektóre dane na ekranie z częstotliwością migania kursora.

UWAGA: Z racji przyjętej niskiej prędkości transmisji (9600 baud) wysyłanie danych zmniejsza częstotliwość wykonywania głównego programu sterownika o około 20-40%. Należy o tym pamiętać i podczas każdorazowego wyjścia z terminala włączyć menu główne.

STATYSTYKI PRODUKCJI ENERGII

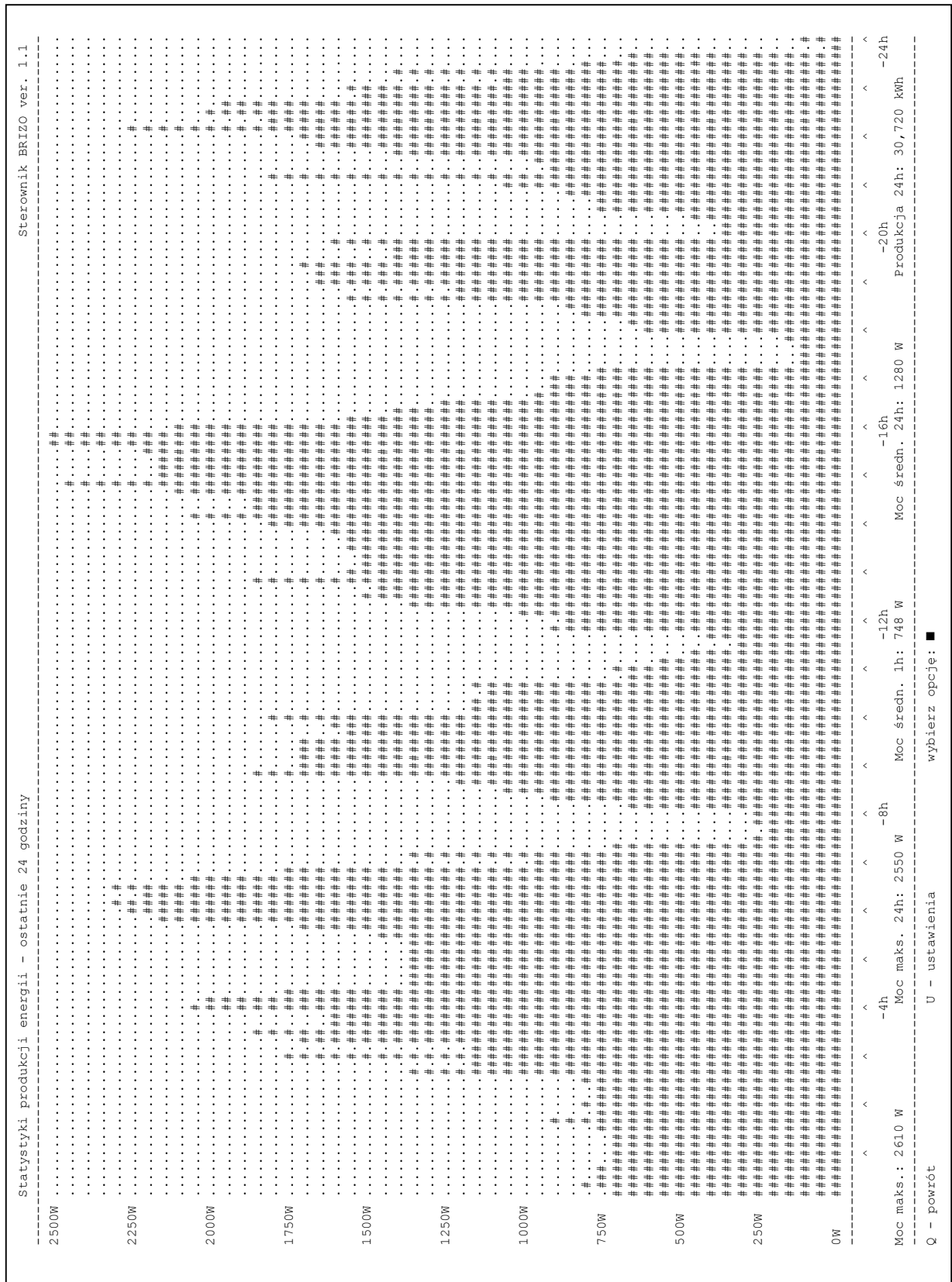
Z poziomu terminala dostępna jest funkcja generująca na ekranie wykres produkcji energii z ostatnich 24 godzin. Wykres jest sporządzany z wykorzystaniem danych, zapisywanych cyklicznie (bufor 144 elementy) do pamięci RAM na podstawie obliczeń mocy średniej, generowanej przez elektrownię wiatrową / elektrownię PV z częstotliwością **1 raz na 10 minut**. Z uwagi na fakt, że dane te przechowywane są w ulotnej pamięci RAM mikrokontrolera, po każdorazowym restarcie sterownika są one wyzerowane.

UWAGA: Z racji przyjętej niskiej prędkości transmisji (9600 baud) oraz bardzo dużej ilości danych tekstowych wysyłanych do terminala, funkcja generowania wykresu produkcji energii wstrzymuje wykonywanie programu sterownika na około 10 sekund, zatem należy pamiętać, że w tym czasie nie są wykonywane pomiary i obliczenia oraz sprawdzanie warunków dla sterowania PWM i przekaźników.

W związku z powyższym funkcji generowania wykresu nie należy używać częściej, niż to konieczne.

Aby wygenerować wykres należy z menu głównego wybrać opcję „**2 - Pokaż produkcję energii**”, a następnie „**D - Statystyki 24h**”.

Z uwagi na rozdzielczość wykresu, 150 x 59 znaków (szer. x wys.), w zależności od rozdzielczości posiadanego ekranu komputera, na potrzeby generowania wykresu należy zmniejszyć rozmiar czcionki terminala na 10 pt. lub mniej.



Standardowo na wykresie (na osi Y) pokazywany jest zakres danych do 2500W. Aby zmienić zakres, na najbardziej zbliżony do mocy posiadanej elektrowni, należy wybrać opcję „U - ustawienia”, wybrać jeden z trzech dostępnych zakresów (1250W, 2500W lub 5000W), a następnie zapisać zmiany w pamięci EEPROM naciskając klawisz „S”. Tę czynność wykonujemy jednorazowo.

W zależności od wybranego zakresu mocy na wykresie, rzeczywista rozdzielczość zapisywanych danych wynosi 5W dla 1250W, 10W/2500W oraz 20W/5000W. Rozdzielczość wyświetlania na wykresie to odpowiednio: 25W dla 1250W, 50W/2500W, 100W/5000W.

Oś X wykresu produkcji energii obejmuje ostatnie 24 godziny z rozdzielczością 10 minut.

Pod wykresem wyświetlane są także parametry takie jak:

- moc maksymalna (największa dotychczas osiągnięta wartość mocy chwilowej) [W],
- moc maksymalna z ostatnich 24 godzin [W],
- moc średnia z ostatniej godziny [W],
- moc średnia z ostatnich 24 godzin [W],
- ilość wyprodukowanej energii przez ostatnie 24 godziny [kWh].

Podczas wyświetlania wykresu nie działa klawisz odświeżania ekranu „R”.

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>