



**PWM90A wersja 2.0/2.1\***  
**Uniwersalny sterownik PWM**  
**10-30V/10-70V**  
**90A**

**Instrukcja obsługi**

\* dotyczy wersji 2.0 i 2.1 sterownika. W wersji 2.1 dodano jeszcze jedną opcję w menu



**RoHS**

---

**Producent:** EL KOSMITO Rafał Majewski  
Ul. Kościuszki 21  
68-320 Jasień  
NIP 928-192-12-96  
REGON 080936699

**Kontakt:** [www.elkosmito.pl](http://www.elkosmito.pl)  
[info@elkosmito.pl](mailto:info@elkosmito.pl)

# Spis treści

Opis ogólny.....	3
Cechy regulatora PWM firmy EL KOSMITO.....	4
Parametry techniczne.....	4
Rozkład wyprowadzeń.....	5
Montaż sterownika.....	6
Wstęp.....	6
Sposób montażu przewodów.....	6
Schemat podłączenia z uwzględnieniem kondensatorów.....	6
Zewnętrzne źródła sterowania.....	8
Sygnalizacja i zabezpieczenia.....	9
Start układu po włączeniu zasilania.....	9
Zabezpieczenie termiczne.....	9
Zabezpieczenie przed przepięciami.....	9
Zabezpieczenie napięcia zasilania.....	10
Zabezpieczenie uszkodzonych tranzystorów.....	10
Sygnalizacja poprawnej pracy układu.....	10
Sygnalizacja pracy PWM.....	10
Opcje konfiguracji.....	11
Wejście do trybu konfiguracji.....	11
Sposób odczytywania ustawionych wartości.....	11
Menu główne.....	11
Menu opcja 1, wyjście bez zapisu .....	12
Menu opcja 2, wyjście z zapisem.....	12
Menu opcja 3, czas płynnego startu.....	12
Menu opcja 4, czas płynnego/natychmiastowego stopu.....	12
Menu opcja 5, wybór częstotliwości .....	12
Menu opcja 6, tryb pracy dodatkowego wejścia.....	13
Menu opcja 7, tryb pracy wyjścia przekaźnikowego.....	13
Menu opcja 8, poziom startowy PWM.....	13
Menu opcja 9, poziom minimalny napięcia wejściowego (potencjometru).....	13
Menu opcja 10, poziom maksymalny napięcia wejściowego (potencjometru).....	13
Menu opcja 11, ustawienie zabezpieczenia startu.....	14
Menu opcja 11/12, wyjście z zapisem domyślnych ustawień.....	14
Uwagi końcowe.....	14

## Opis ogólny.

Firma EL KOSMITO opracowała zaawansowany sterownik PWM dużej mocy. Sterownik produkowany jest w dwóch wersjach przedziału napięć zasilających. Niniejsza instrukcja dotyczy jednej i drugiej wersji sterownika, a w dalszej części opisu podano różnice pomiędzy nimi. Jest to już druga wersja tego regulatora. Wprowadzono w niej kilka nowych przydatnych funkcji m.in. możliwość ustawienia zakresu regulacji napięcia wejściowego, szerszy zakres czasu startu i stopu, minimalny poziom do pomijania martwych stref np. silników. Wszystkie szczegóły znajdują się na kolejnych stronach instrukcji.

Układ PWM, który mamy w naszej ofercie odznacza się od innych układów niską ceną i rewelacyjnymi parametrami technicznymi. Wyposażony jest w system zabezpieczeń przed awariami, a także umożliwia podłączenie i zastosowanie w bardzo różnych urządzeniach. Poniżej podajemy listę kilku przykładowych problemów, które nasz sterownik rozwiązuje:

1. Silnik w urządzeniu np. wózku startuje pełną mocą po wciśnięciu pedału gazu a chcemy aby startował płynnie. Zwiększy to jego trwałość, a także polepszy komfort pracy. Jednocześnie stop silnika ma być natychmiastowy po zdjęciu nogi z pedału gazu. Nasz sterownik PWM w takim przypadku bez problemów sobie poradzi, ponieważ może pracować z wyłącznikami typu NO/NC i wystarczy przekręcić potencjometr na maksimum, podłączyć pedał gazu i skonfigurować zworkami sterownik aby działał tak jak tego oczekujemy.
2. Kontynuując przykład 1. możemy dodatkowo zmniejszyć moc silnika aby maksymalna moc była niższa. Czasami bywa to przydatne. Wystarczy zmniejszyć nastawę potencjometru.
3. Jeśli pedał gazu z przykładu 1. wyposażymy w potencjometr to możemy się pod niego podpiąć (jeśli jego wartość rezystancji jest w przedziale 3,3k ohm do 12k ohm) i mieć regulację prędkości.
4. Chcemy aby układ był bezpieczniejszy i np. silnik nie był podłączony od razu pod sterownik, tylko żeby najpierw był przełącznik. Z tym nasz sterownik również nie będzie miał problemów, ponieważ umożliwia podłączenie przełącznika lub stycznika, który będzie włączany lub wyłączany podczas pracy. Zwiększy to bezpieczeństwo konstrukcji. Ponadto przełącznik może pracować w dwóch trybach, tzn. w pierwszym trybie jest załączony kiedy układ pracuje i wyłączony kiedy nie pracuje, zaś w drugim przypadku jest odwrotnie. Czasami taka zamiana może być bardzo przydatna.
5. Silnik, który podłączaliśmy pod inne sterowniki pisał lub buczał. Teraz podłączając pod nasz układ, można tego uniknąć, ponieważ umożliwiamy wybór częstotliwości pracy PWM (lista częstotliwości jest w dalszej części instrukcji) i jedna z nich leży poza granicami słyszalności i wynosi 20 000Hz (20kHz).
6. Potrzebujemy stabilny sterownik PWM do generatora HHO to również na nasz sterownik można liczyć.
7. Podłączając wcześniej sterowniki innych producentów występowały problemy i zdarzały się awarie, choć sterowniki nie były przeciążone. Dzieła się mogło dlatego, że większość tanich sterowników nie ma żadnych zabezpieczeń. Nasz sterownik ma ich naprawdę sporo a ich lista znajduje się w dalszej części instrukcji. Dzięki nim wszystkie wykryte nieprawidłowości w pracy układu spowodują jego zatrzymanie. Zaoszczędzić to może niepotrzebnych kosztów, a także zwiększy bezpieczeństwo. Poprawi również znacząco parametry instalacyjne i pomoże uniknąć błędów na etapie podłączania, których normalnie nie widać bez zaawansowanego sprzętu pomiarowego. **Uwaga! Układ nie ma tylko zabezpieczenia przeciążeniowego!**
8. Układ sprawdza się przy podłączeniu do grzałek, żarówek i silników. To bardzo ważna zaleta, bo nie zawsze tak jest.
9. Chcemy aby układ pracował tylko z potencjometru, bez dodatkowych przełączników, to tak również można go skonfigurować. Można także skonfigurować go jako ON/OFF z przyciskiem typu zwrotnego (dzwinkowego) i wtedy jedno wciśnięcie włącza, drugie wyłącza.
10. Zależy nam, aby start był płynny i stop natychmiastowy, to ten sterownik daje takie możliwości. Co ciekawsze pozwala także na inne konfiguracje startu i stopu. Start może być wolniejszy i szybszy, a stop może być wolniejszy, szybszy lub natychmiastowy. Daje to bardzo duże możliwości konfiguracji w wielu różnych urządzeniach i może być bardzo przydatne.
11. Potrzebny jest regulator PWM, ale nie ma za bardzo jak go zamontować, bo wszędzie jest plastik a większość regulatorów dużej mocy nie ma radiatora i trzeba je przykręcić do metalu. Nasz sterownik jest inny. Wyposażony został w odpowiedni radiator i zabezpieczenie termiczne, które zabezpieczy przed przegrzaniem układu, czy też uszkodzeniem ewentualnych tworzyw sztucznych, do których układ zastałby zamocowany.

Lista zastosowań jest naprawdę spora. Powyższa to tylko mały procent, którym próbowaliśmy przybliżyć wstępnie i delikatnie wszystkie zaawansowane możliwości naszego regulatora. **Dodatkowo regulator można rozbudowywać o przydatne przystawki:**

- **PWM90A-K6x2200u35V** – przystawka gotowych sześciu kondensatorów dla zasilania poniżej 30V zaprojektowana z myślą o osobach, które nie chcą poświęcać czasu na kupowanie dodatkowych elementów i samemu je łączyć
- **PWM90A-PP** – przystawka pozwalająca na ustawienie 4 (razem ze spoczynkowym to 5) poziomów wypełnienia i przełączanie pomiędzy nimi przy pomocy włączników. Może być przydatna tam, gdzie nie chcemy regulacji potencjometrem tylko bardziej przydatna jest gotowa kilkustopniowa regulacja. Działa tylko ze sterownikami PWM90A od wersji 1.1 wzwyż.
- **PWM90A-PWP** – przystawka wyłączająca regulator PWM90A po wystąpieniu przeciążenia. Przystawka ta nie jest zabezpieczeniem regulatora PWM90A, ale może być przydatna tam gdzie chcemy wyłączyć regulator np. kiedy silnik pojazdu zostanie obciążony zbyt mocno (więcej w instrukcji przystawki). Działa tylko ze sterownikami PWM90A od wersji 1.1 wzwyż.
- **PWM90A-PPB** – przystawka sterowania stycznikami do przełączania biegunowości/kierunku obrotów silnika. Umożliwia ona wyregulowanie czasu płynnego startu i stopu w zakresie do 10 sekund oraz czasu zwłoki pomiędzy przejściem silnika z obrotów prawych do lewych dzięki czemu można uniknąć nagłych, groźnych zmian kierunku obrotów. Działa tylko ze sterownikami PWM90A od wersji 1.1 wzwyż
- **PWM90A-KNW** – przystawka konwertera napięć wejściowych. Nie jest przydatna w wersjach powyżej 2.0, ponieważ ta opcja jest już wbudowana w sam sterownik.

Do największych zalet układu PWM należy poziom zabezpieczeń, w którym postawiliśmy bardzo wysoko poprzeczkę oraz możliwość wyboru częstotliwości pracy PWM. Są to bardzo ważne elementy wspólnie poprawiające stabilność i zwiększające wielokrotnie trwałość układu. Sygnalizacja diodowa umożliwia wykrycie, które z zabezpieczeń zadziałało i możemy odpowiednio zareagować. Jeśli zainstalujemy zewnętrzny przełącznik/stycznik podłączając go do układu mamy szansę zrobić naprawdę solidną instalację. Wyjścia do sterownia przełącznikiem zewnętrznym nie ma większość sterowników.

Prócz częstotliwości pracy PWM i zabezpieczeń przyłożyliśmy się również do kultury pracy samego układu. Układ został wykonany w taki sposób, że zapewnia bardzo szeroki zakres pracy PWM od 0% do 100%. Nie tak jak u innych producentów np. od 15% do 85%. U nas zakres jest pełny! Może mieć to znaczenie dla pracy z grzałkami, silnikami a także żarówkami i generatorami HHO. Wszystko odbywa się przy tym przy bardzo dużej sprawności układu i małych stratach cieplnych.

W tej wersji układu rozdzielczość nastaw zależy od ustawionego zakresu napięć wejściowych i wybranej częstotliwości. Może ona wynosić przy niskich częstotliwościach i szerokim zakresie napięć pomiarowych np. 1000 punktów czyli 0,1%, przy wyższych częstotliwościach i szerokim zakresie napięć pomiarowych np. 400 punktów czyli 0,25%. Zmniejszając zakres napięć pomiarowych (wejściowych) rozdzielczość ta spadnie proporcjonalnie do zmniejszającego się zakresu. W większości przypadków nie powinno to mieć jednak dużego znaczenia.

## Cechy regulatora PWM firmy EL KOSMITO

- Dwa warianty wykonania, oba 90A, różniące się napięciami zasilania:
  - wersja niskonapięciowa: od 10V do 30V
  - wersja wysokonapięciowa: od 10 do 70V
- Bardzo duża moc wyjściowa np:
  - przy 12V do 1100W
  - przy 24V do 2200W
  - przy 48V do 4300W
  - przy 60V do 5400W
- Szeroki zakres zastosowań dzięki dużym możliwościom konfiguracji
- Niskie straty ciepłe i dobre elementy przełączające
- Możliwość pracy w trzech wersjach zasilania:
  - zasilanie z akumulatora (kwasowego, litowo-jonowego, NiCd, NiMH, żelowe itp.)
  - zasilanie buforowe z akumulatora, czyli akumulator + zasilacz buforowy
  - sam zasilacz
- Szereg zabezpieczeń:
  - zabezpieczenie termiczne ustawione na 85°C
  - zabezpieczenie przed zbyt niskim napięciem lub zbyt wysokim (czyt. dalej)
  - zabezpieczenie przed przepięciami i przerwanie pracy jeśli one wystąpią (czyt. dalej)
  - możliwość współpracy z zewnętrznym przekaźnikiem
  - wykrywanie niektórych usterek elementów przełączających i w przypadku współpracy z przekaźnikiem przerwanie działania układu
- Zabezpieczenia pomagają w prawidłowej konfiguracji układu, zwiększając jego trwałość i skuteczność. Jest to bardzo ważne, bo dzięki nim można uniknąć np. wprowadzania dużej ilości zakłóceń mogących powodować problemy w pracy innych urządzeń
- Solidne wykonanie
- Sterowanie mikroprocesorowe
- Potencjometr na przewodzie 20cm
- Niski czas narastania i opadania zbocza PWM przy pełnym obciążeniu
- Wysoki prąd w pojedynczym impulsie (wg. producenta tranzystorów powyżej 500A)
- W komplecie radiator i potencjometr z gałką
- Dostępne tryby pracy (czyt. dalej):
  - tylko potencjometr
  - tryb ON/OFF
  - 2 tryby NO/NC
- SOFT START, SOFT STOP – płynny start i stop z możliwością wyłączenia płynnego stopu, umożliwiając tym samym natychmiastowe przerwanie pracy układu
- Prędkości dla SOFT START i SOFT STOP z możliwością skonfigurowania osobno czasu narastania i opadania, zakres regulacji do 30 sekund
- Zachowywana płynność SOFT STARTu i SOFT STOPu nawet w przypadku kręcenia potencjometrem zwiększa bezpieczeństwo i zmniejsza możliwość awarii
- Wybór 9 częstotliwości pracy PWM: 100Hz, 200Hz, 500Hz, 1kHz, 2kHz, 5kHz, 10kHz, 15kHz, 20kHz
- Pełen zakres regulacji od 0% do 100%
- Duża płynność regulacji i szybka analiza stanu potencjometru nie powodują skokowego uczucia kontroli nad poziomem PWM
- Łatwy montaż dzięki prostej konstrukcji mechanicznej oraz kompleksowej instrukcji obsługi, w której podano szczegóły podłączenia oraz możliwe problemy i sposoby jak im zapobiegać
- Zgodność CE i RoHS

## Parametry techniczne

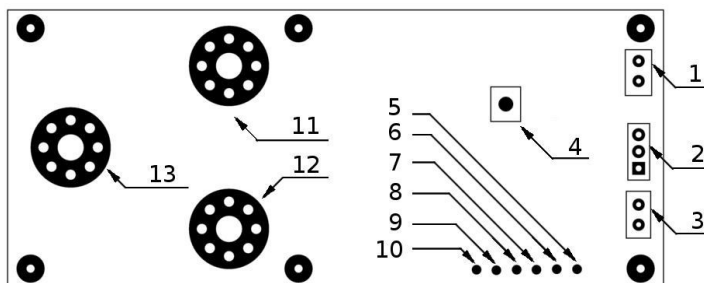
Układ jak już wspomniano produkowany jest w dwóch wersjach napięciowych. Wersje te oznakowano na górnej stronie płyty sterownika.

- Zasilanie:
  - wersja niskonapięciowa: od 10V do 30V
  - wersja wysokonapięciowa: od 10V do 70V

- pobór prądu przez sterownik w czasie niepracującego PWM: ok. 20mA (pomiar przy 12/24V)
- pobór prądu przez sterownik w czasie pracy PWM na 100%: ok. 50mA (pomiar przy 12/24V)
- Maksymalne obciążenie: 90A
- Rezystancja w stanie przewodzenia (wg prod. tranzystorów):
  - wersja niskonapięciowa: 1,55mΩ
  - wersja wysokonapięciowa: 3mΩ
- Maksymalne obciążenie w impulsie: 500A (wg prod. tranzystorów)
- Zabezpieczenie temperaturowe: 85°C
- Podłączenie przewodów: skręcane, śruby/nakrętki M6 + podkładki, stal kwasoodporna
- Potencjometr sterujący: 10k ohm
- Zabezpieczenie nadprądowe: brak, wymagany zewnętrzny bezpiecznik dopasowany do obciążenia
- Zabezpieczenie przeciwprzepięciowe: jest
- maksymalny prąd w impulsie (wsteczny) z odbiornika podpiętego pod wyjście:
  - wersja niskonapięciowa: 400A
  - wersja wysokonapięciowa: 510A
- maksymalny prąd ciągły wsteczny z odbiornika podpiętego pod wyjście:
  - wersja niskonapięciowa: 40A
  - wersja wysokonapięciowa: 60A
- czas narastania/opadania zbocza PWM przy maksymalnym obciążeniu: ok 300ns
- 9 częstotliwości pracy PWM: 100Hz, 200Hz, 500Hz, 1kHz, 2kHz, 5kHz, 10kHz, 15kHz, 20kHz
- dodatkowe wyjście na przekaźnik bezpieczeństwa
  - zasilanie przekaźnika: takie samo jak zasilanie układu PWM
  - maksymalny prąd cewki przekaźnika: 200mA
- wymagane dodatkowe lub dodatkowy kondensator przy układzie PWM: tak (czyt. dalej)
- wymagane dodatkowe komponenty przeciwprzepięciowe: zależy od układu i np. silnika (czyt. dalej)
- Zakres temperatur pracy: od -15°C do 50°C (czyt. dalej)
- Zalecana niska wilgotność powietrza, niedopuszczalna duża wilgoć, rosa, woda itp.
- Klasa szczelności IP00 – bez ochrony przeciw wnikaniem ciał obcych, pyłów, płynów itp.
- wymiary: ok 160x70x70

## Rozkład wyprowadzeń

Na Rysunek 1. pokazano rozkład wyprowadzeń sterownika wraz z opisem.



Rysunek 1: Rozkład wyprowadzeń regulatora PWM

- 1 – wyjście na przekaźnik zewnętrzny
- 2 – wejście potencjometru
- 3 – wejście włącznika zwrotnego (opcjonalnie)
- 4 – przycisk do konfiguracji/resetu
- 5 – żółta dioda sygnalizująca jeśli wartość PWM jest większa od 0% (PRACA)
- 6 – zielona dioda sygnalizująca poprawną pracę układu (OK)
- 7 – czerwona dioda alarmowa przekroczonej temperatury (TEMPERATURA)
- 8 – czerwona dioda alarmowa nieprawidłowego zakresu napięć zasilania (ZASILANIE)
- 9 – czerwona dioda alarmowa sygnalizująca przepięcia występujące na wyjściu (PRZEPIĘCIA)
- 10 – czerwona dioda alarmowa nieprawidłowej pracy tranzystorów np. z powodu uszkodzenia (TRANZYSTORY)
- 11 – MINUS ZASILANIA/MASA
- 12 – WYJŚCIE
- 13 – PLUS ZASILANIA

# Montaż sterownika

## Wstęp

Sterownik powinien być zamontowany w taki sposób aby elektronika osłonięta była od wpływu warunków niekorzystnych takich jak woda, rosa, wilgoć, pył itp.

Należy również stosować przewody o dopasowanym przekroju do danego obciążenia. Grubość przewodów zależy także od częstotliwości i tutaj odsyłamy do rozdziału o konfiguracji częstotliwości gdzie podano tabelkę ze szczegółowymi parametrami. Zaleca się przy tym, aby przewody były możliwie krótkie, zwłaszcza przy wyższych częstotliwościach pracy PWM. Jeśli odbiornik np. silnik jest „daleko” od akumulatora to zaleca się, aby sterownik znajdował się jak najbliżej akumulatora a przewody długie były doprowadzone do odbiornika. Taka sytuacja powoduje powstawanie mniejszych przepięć na przewodach zasilających sam układ PWM. Zbyt długie przewody i duży prąd pobierany przez odbiornik mogą spowodować powstanie bardzo dużych przepięć na przewodach pomiędzy akumulatorem a sterownikiem, których sterownik nie może tłumić. Jest to niekorzystna sytuacja, która może doprowadzić do zapalenia się kontrolki awarii zasilania, ponieważ w takich przypadkach zasilanie może chwilami w impulsach przekraczać dopuszczalne zakresy napięć zasilających wersji nisko lub wysokonapięciowej. Rozwiązaniem problemu może być zamontowanie dodatkowych kondensatorów, o których mowa w dalszej części instrukcji.

Sterownik wyposażony został w radiator. Radiator można montować w pionie lub poziomie, do góry lub do dołu. PWM posiada zabezpieczenie termiczne, które zareaguje jeśli temperatura radiatora przekroczy dopuszczalny zakres, ale użytkownik może dodatkowo sam ocenić temperaturę radiatora, gdyż sposób montażu wpływa na oddawanie ciepła. W praktyce nie powinno to stanowić wielkiego problemu, ponieważ radiator został tak dopasowany, aby układ nie przegrzewał się. Zaletą układu jest to, że radiator jest na tzw. „masie” czyli może być przykręcony do metalowej obudowy, która jest podpięta do MINUSa akumulatora (np. karoseria większości samochodów). **Należy jednak bezwzględnie pamiętać, że radiator przykręcony gdziekolwiek nie może zastąpić przewodu MINUS przykręconego do śruby! Demontażu nigdy nie wolno też zaczynać od odkręcenia przewodu MINUS! Montażu i demontażu nie wolno prowadzić przy włączonym zasilaniu!**

Układ należy instalować co najmniej kilkanaście centymetrów od odbiorników mogących zakłócić jego pracę np. silników a także co najmniej kilkanaście centymetrów od innych układów danego systemu (innych sterowników). Taka czynność jest standardowo zalecana w celu zwiększenia bezpieczeństwa i zmniejszenia wpływu ewentualnych zakłóceń, które mogą mieć miejsce. Jednak w przypadku sterownika PWM firmy EL KOSMITO, producent zadbał, instalując wcześniej wymieniane zabezpieczenia, aby układ, który zostanie uruchomiony bez wskazań awarii, powodował jak najmniejszą liczbę zakłóceń. Jest to wyjątkowa cecha tego układu, ponieważ te same zabezpieczenia jednocześnie pozwalają na prawidłową instalację i powodują zmniejszenie liczby zakłóceń, które mogłyby być generowane przez nieświadomie podłączającego układ klienta nieinformowanego o istniejących problemach na pierwszy rzut oka zupełnie niewidocznych.

## Sposób montażu przewodów

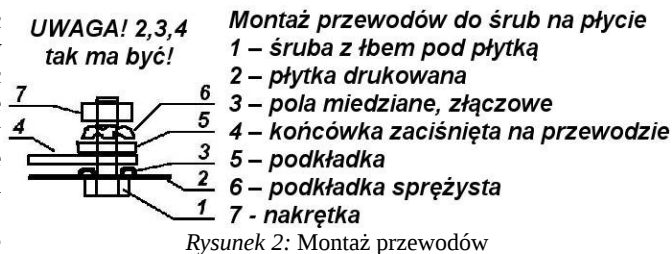
Sterownik PWM wymaga montażu kilku przewodów. Przewody niskoprądowe takie jak przewód potencjometru z wtyczką, a także przewody do włącznika czy też przewody przekaźnika, nie wymagają większego komentarza, gdyż ich instalacja odbywa się zgodnie z przyjętymi zasadami układów niskoprądowych znanych każdemu elektrykowi. Wyjątek stanowią trzy przewody wysokoprądowe skręcane śrubami. W tym przypadku zdecydowano dokładniej opisać montaż tych przewodów.

Na przewodach przykręcanych do śrub M6 najlepiej założyć odpowiednie końcówki. Kończówki powinny być wykonane np. z miedzi i w żadnym przypadku nie mogą być aluminiowe. Przewody powinny być wykonane w sposób estetyczny, czyli nie powinny odstawać żadne pojedyncze druciki. Należy zwrócić uwagę, aby żadne druty nie wchodziły pomiędzy płytkę a radiator, nie powinien tamtędy przechodzić żaden przewód, a także żadne druty nie mogą dotykać innych metalowych elementów poza wyznaczonymi miejscami przez śruby. Niedopuszczalne są sytuacje, w której przewody po zainstalowaniu są luźne, postrzępione, a także druciki dotykające czegokolwiek innego metalowego na płytce lub radiatorze. Przewody powinny być podłączone pod śruby. **Niedopuszczalne jest podłączenie MINUSa akumulatora tylko pod sam radiator.** MINUS powinien być dołączony tylko do śruby lub do śruby i radiatora, przy czym ważniejsze jest podłączenie do śruby, ponieważ tamtędy płynąć powinien największy prąd. Przewody powinny być przykręcone solidnie ale z umiarem i rozsądkiem. Należy przy tym zwrócić uwagę, że prawidłowo zamontowane przewody powinny dotykać możliwie najwięcej specjalnych czterech pól pod podkładkami tak jak to pokazano na Rysunek 2. To dzięki tym specjalnym polom przewodność jest dużo wyższa. Jest to bardzo ważne, ponieważ nie należy sugerować się tym, że śruby są wykonane z metalu i również przewodzą prąd. Śruby i ich wielkość zostały dobrane tak, aby ułatwiały montaż i umożliwiały solidne dokręcenie. Jednak to dodatkowe pola na płytce pod podkładką są głównym stykiem, do którego powinien przylegać przewód. Prawidłowo zamontowany przewód powinien być przyciśnięty do płytki szeroką podkładką (która jest w zestawie przy każdej ze śrub). Nad szeroką podkładką powinna znajdować się podkładka ząbkowana, która zabezpiecza śrubę przed odkręceniem w większości przypadków. Na samej górze znajduje się nakrętka. Należy ją dociągnąć z siłą uniemożliwiającą wysuwanie się przewodu lub jego okręcanie.

**UWAGA! Dociągnięcie śruby nie sprawia problemu i nie wymaga wkładania klucza od spodu płytki!** Wystarczy tylko klucz z góry płytki. Jeśli zajdzie potrzeba przytrzymania śruby spod spodu należy wykonać to ostrożnie niemetalowym przedmiotem np. zapalką. Sposób wykonania płytki powoduje, że śruba sama się klinuje, więc wystarczy lekkie ściągnięcie i nie trzeba jej przytrzymywać podczas dociągania.

**UWAGA! Nie podłączać odwrotnie zasilania do układu!**  
**UWAGA! Nie zwierać wyjścia na złączach śrubowych ani wyjścia na przekaźnik!**

Na Rysunek 3 pokazano jak prawidłowo podłączyć układ na przykładzie silnika. Widzimy tam konfigurację podłączenia do akumulatora bez



## Schemat podłączenia z uwzględnieniem kondensatorów

**UWAGA! Nie podłączać odwrotnie zasilania do układu!**

**UWAGA! Nie zwierać wyjścia na złączach śrubowych ani wyjścia na przekaźnik!**

Na Rysunek 3 pokazano jak prawidłowo podłączyć układ na przykładzie silnika. Widzimy tam konfigurację podłączenia do akumulatora bez

dotodkowego przekaźnika. Zakładając, że konfiguracja została ustawiona wg potrzeb możemy zająć się interpretacją całego schematu.

Na schemacie z Rysunek 3 pokazano elektrody akumulatora PLUS i MINUS, które przewodami doprowadzone zostały do sterownika. Widzimy również, że przy samym sterowniku powinny znajdować się kondensatory C1, C2, C3 (lub jeden dopasowany do parametrów pracy układu). Kondensatory te nie zostały zamontowane przez producenta, ponieważ ich ilość, napięcie pracy i pojemność należy dobrać do danego układu z odbiornikiem. Zamontowanie ich przez firmę EL KOSMITO jako integralną część spowodowałoby znaczne podniesienie kosztów układu, ponieważ konieczne byłoby założenie najgorszych możliwych warunków pracy, a przecież takie nie występują w większości przypadków. W praktyce dla klienta bardziej opłacalne jest zamontowanie tych kondensatorów osobno, ponieważ można zaoszczędzić na tym sporo. Wszyscy producenci zawsze dobierają kondensatory do danych sterowników PWM pracujących w ich maszynach, tak aby nie było ich ani za dużo ani za mało. Stworzenie uniwersalnej wersji wymagałoby założenie najgorszych parametrów o czym wspomniano wcześniej. Zbyt mała ilość kondensatorów powodowałaby ich przegrzewanie i uszkodzenie. Zbyt mała ilość może powodować także problem przepięć na przewodach zasilających i to w takim przypadku zostanie zasygnalizowane błędem i zapaleniem diody „ZASILANIE”. Dodanie większej liczby kondensatorów niż potrzeba nie ma wpływu na pracę układu i wydłuża żywotność samych kondensatorów, można więc powiedzieć, że jest to korzystne.

Dlaczego kondensatorów nie ma w standardzie, to łatwo zrozumieć na przykładzie wersji wysokonapięciowej. Zakładając, że potrzebny jest PWM do pracy przy 36-45V konieczne jest zastosowanie wersji układu PWM wysokonapięciowej. Kondensatory, które musiałby założyć producent byłyby prawdopodobnie na napięciu 100V i byłyby bardzo drogie, podczas gdy użytkownik wiedząc, że napięcie nie przekroczy 50V, może kupić znacznie tańsze kondensator a także prawdopodobnie kupi ich mniej niż normalnie musiałby zainstalować ich producent. Oszczędność w takim przypadku będzie na pewno zauważalna. Warto także wziąć pod uwagę, że układ PWM90A firmy EL KOSMITO jako jeden z niewielu umożliwia pracę z zasilaczami, a w takim przypadku instalacja kondensatorów jest niezbędna i potrzeba ich więcej niż w przypadku akumulatora. To również zdecydowało o tym, że ostateczny odbiorca, klient będzie ponosił niższy koszt samemu instalując kondensatory. Posługując się analogią należy zauważyć, że najlepsze wzmacniacze samochodowe w 99% potrzebują zewnętrznego kondensatora, który odgrywa dokładnie taką samą rolę jak w układzie PWM firmy EL KOSMITO. Nie należy się przy tym sugerować tanimi układami PWM, gdyż na ten temat można znaleźć sporo informacji o problemach, które powodują przez nieprawidłowo wykonany system zabezpieczeń, zbyt małą ilość kondensatorów, które potrafią eksplodować itd. a producenci o tym nie informują. **Rolą firmy EL KOSMITO jest rzetelnie poinformować klienta i doradzić jak prawidłowo podłączyć układ aby działał on bez zarzutów przez wiele lat i nie generował przy tym zakłóceń, które można wyeliminować.** Jako ciekawostkę dodamy, że podczas testów z 12V i żarówkach potrzebne było tylko 5 kondensatorów niskoimpedancyjnych o pojemności 2200uF i napięciu 25V. Był to koszt zaledwie 7zł. Gdyby jednak kondensatory dopasować do najgorszej możliwej sytuacji w przypadku sterownika niskonapięciowego 10-30V konieczne byłoby aż około 50zł!

Kondensator lub kondensatory C1, C2, C3 należy umieścić możliwie blisko sterownika. Dzięki temu powstające przepięcia na przewodach zasilających są bardziej tłumione, generowane jest mniej zakłóceń i zmniejsza się prawdopodobieństwo wystąpienia błędu „ZASILANIE”. Warto przy tym zauważyć, że nie każdy rodzaj akumulatora wymaga takiej samej ilości kondensatorów. Najgorszy możliwy przypadek to zasilanie z samego zasilacza. Wtedy kondensator musi być dużo ze względu na pulsacje napięcia. Najlepszy przypadek to dobrej jakości akumulator oraz krótkie przewody. **Koniecznym jest stosować kondensatory oznaczone jako niskoimpedancyjne.** Mają one bardzo dobre parametry.

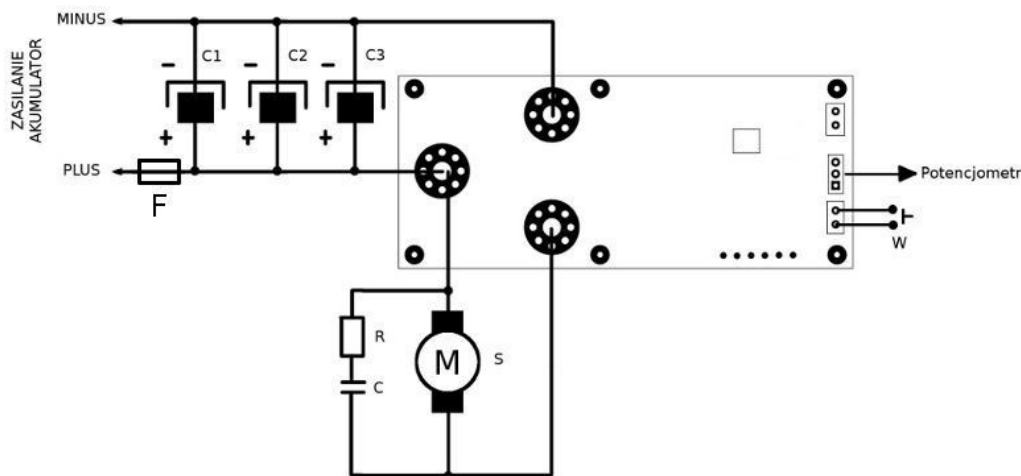
Na schemacie znajduje się bezpiecznik F, którego maksymalne obciążenie powinno odpowiadać podpiętemu obciążeniu. Bezpiecznik nie powinien być na prąd większy niż 90A.

Kolejnym elementem widocznym na schemacie z rys. 5. jest silnik S. **Jak widać jest on podpięty pomiędzy wyjściem i dodatkim biegunem zasilania. Należy zwrócić uwagę, że zaleca się montaż przewodów silnika do sterownika a nie jeden przewód wyjściowy do sterownika a drugi do akumulatora. Najkorzystniejsza sytuacja to właśnie przewody wychodzące bezpośrednio ze sterownika.**

Elementy R i C oznaczone na rysunku nie zawsze są konieczne do każdego rodzaju obciążenia. W przypadku grzałek i żarówek są zbędne. Natomiast w przypadku silników szrotkowych elementy te zmniejszają przepięcia powstające podczas przełączania napięcia na wirniku. Elementy te tworzą tzw. układ gasikowy. Jest on bardzo często już integralną częścią silnika. Jeśli jednak go nie ma, firma EL KOSMITO zaleca zastosowanie tych elementów w przypadku silników, choć nie jest to niezbędne, ponieważ sterownik wyposażony jest w diodowe zabezpieczenie przed przepięciami powstającymi wskutek pracy silnika. Niemniej jednak układ gasikowy nie zaszkodzi. Wartość kondensatora C może wynosić np. 100nF/100V a rezystora R 33Ω/5W

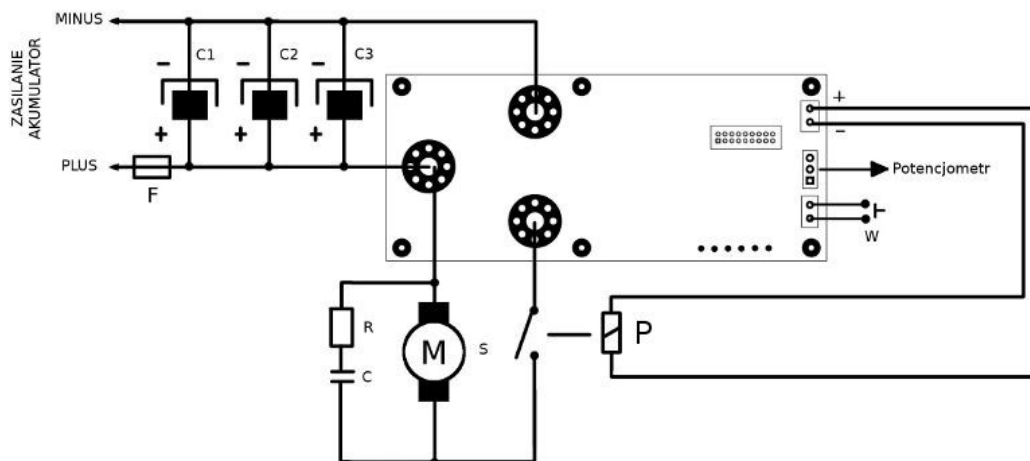
Analizując dalej schemat, można zauważyć włącznik W. Włącznik ten nie jest obowiązkowy i jego zastosowanie zależy od ustawionego trybu pracy. W tej kwestii proszę zwrócić uwagę na rozdział „Ustawienie trybu pracy sterownika PWM”.

Na schemacie widać także gdzie podłączony jest potencjometr.



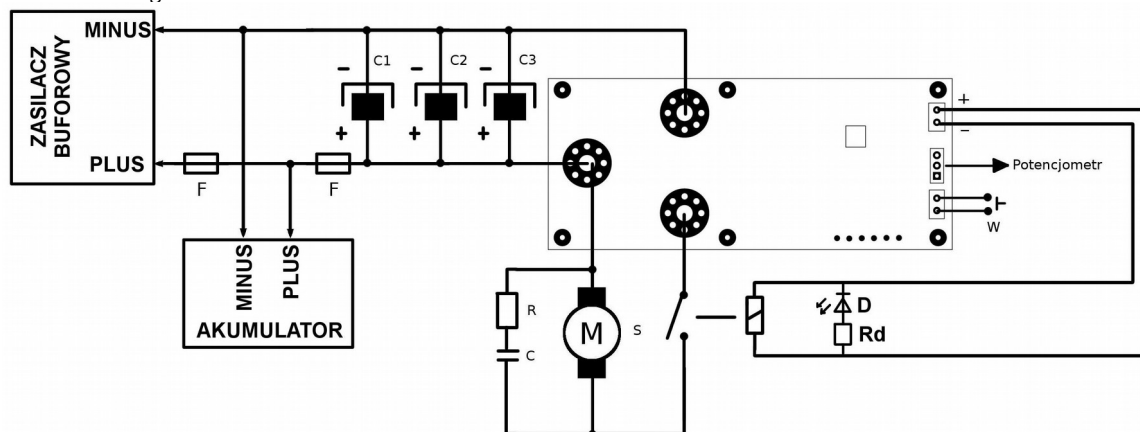
Rysunek 3: Schemat podłączenia układu na przykładzie silnika i zasilania z akumulatora

Na Rysunek 4 przedstawiono układ z Rysunek 3 ale tym razem dodatkowo dodano przekaźnik P, do złączania układu podczas pracy PWM. Przekaźnik P powinien być dobrany do obciążenia, aby jego styki nie były przeciążane i odpowiednio skonfigurowany zwórką sterownika. Cewka elektromagnesu przekaźnika powinna być na napięcie stałe i wytrzymywać napięcie z akumulatora np. jeśli zespół akumulatorów daje maksymalnie 54V to powinien wytrzymywać takie napięcie. Przekaźnik ten jak podano wcześniej może dodatkowo zabezpieczać układ i rozłączyć silnik w przypadku wystąpienia awarii. Należy podkreślić, że najgorszą kontrolowaną awarią, jaka może wystąpić, jest uszkodzenie tranzystorów mocy sterujących PWM. W takim przypadku wyjście zostanie załączone na 100% mocy. Przekaźnik wówczas odetnie zasilanie od odbiornika jak awaria zostanie wykryta. Warto przy tym zauważyć, że zabezpieczenie to zadziała tylko wówczas, jeśli system kontroli będzie sprawny i sam sterownik kontrolujący wszystkie działania układu nie ulegnie uszkodzeniu. W sterowniku nie ma zabezpieczeń do zabezpieczeń, czyli podwójnych zabezpieczeń. Dodatkowo podano polaryzację +/- wyjścia na przekaźnik. Może to być przydatne, ponieważ pod to wyjście można podpiąć np. diodę LED co pokazano na Rysunek 5.



Rysunek 4: Schemat podłączenia układu z przekaźnikiem bezpieczeństwa na przykładzie silnika i zasilania z akumulatora

Na Rysunek 5 przedstawiono układ z Rysunek 4 ale pokazano inną formę zasilania. Tym razem jest to zasilanie z akumulatorem jako buforem. Dodano także kontrolkę z diody LED jako wskaźnika pracy układu PWM powyżej 0%. Jak widać diodę LED należy podłączyć z dodatkowym opornikiem. Opornik powinien być dopasowany do zasilania z danego napięcia. Do układu dodano także bezpiecznik F1, który należy zależeć do zasilacza buforowego.



Rysunek 5: Schemat podłączenia układu z przekaźnikiem bezpieczeństwa na przykładzie silnika i zasilania z akumulatora oraz zasilacza

Jeśli użytkownik chce zasilić układ z samego zasilacza to wystarczy sam bezpiecznik F i nie jest konieczny akumulator. Jednak w zależności od zastosowanego zasilacza pojemność kondensatorów C1, C2, C3 itd. konieczna może być większa niż w przypadku z akumulatorem, ponieważ pulsujące napięcie zasilania może spowodować wystąpienie błędów sygnalizowanych diodami.

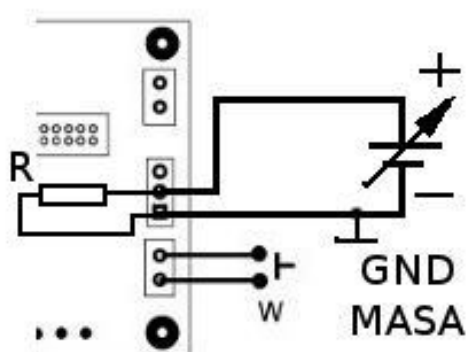
## Zewnętrzne źródła sterowania

Układ pozwala na regulację współczynnika wypełnienia przy pomocy zewnętrznego źródła napięcia regulowanego od 0 do 5V. Zakres regulacji można ustawić w sterowniku. Ważne tylko aby nie podawać napięć ujemnych lub wyższych od 5V. W przypadku napięć powyżej 5V można zastosować dzielnik napięcia. Zasady wykonania prostego dzielnika napięcia nie są przedmiotem naszej instrukcji, więc w takim przypadku odsyłamy do zewnętrznych źródeł. Na Rysunek 6 pokazano jak dołączyć zewnętrzne napięcie sterujące do układu do regulacji współczynnikiem wypełnienia. Należy pamiętać, że w układzie na wejściu znajduje się rezystor o rezystancji minimum 100kΩ podłączony do masy. Został on

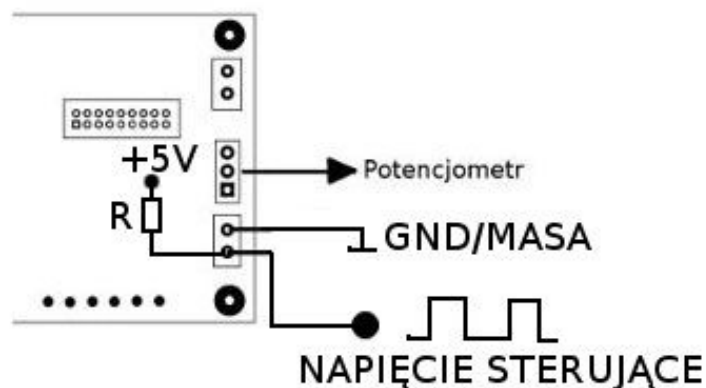


zaznaczony na Rysunek 6 symbolem R.

Można także zamiast włącznika W (Rysunek 6) użyć zewnętrznego napięcia do przełączania. Na Rysunek 7 pokazano jak podłączyć zewnętrzne źródło sterujące pod wejście włącznika W. W tym przypadku napięcie odpowiadające stanowi zwarcia wejścia W wynosi poniżej 0,6V a rozwarcia powyżej 3,5V (max 5V). Należy przy tym pamiętać, że niepodawanie żadnego napięcia na wejście, czyli pozostawienie wejścia luzem jest równoznaczne ze stanem rozwarcia i na wejściu utrzymuje się napięcie około 5V z powodu rezystora R na rys. 9. znajdującego się w sterowniku. Można przyjąć, że rezystancja R wynosi minimum 20kΩ. Oczywiście można również wykorzystać do sterowania tym wyjściem przekaźnik.



Rysunek 6: Podłączenie zewnętrznego napięcia sterującego PWM



Rysunek 7: Podłączenie zewn. napięcia sterującego zamiast włącznika W

## Sygnalizacja i zabezpieczenia

Sterownik PWM firmy EL KOSMITO jako jeden z niewielu sterowników ogólnego przeznaczenia został wyposażony w kilka zabezpieczeń ułatwiających prawidłowy montaż układu i osiągnięcie najlepszych rezultatów najniższym kosztem. System zabezpieczeń pozwala reagować na zjawiska, które zmniejszają żywotność elektronicznych układów a także zwiększają bezpieczeństwo użytkownika eliminując np. niebezpieczne przepięcia mogące spowodować groźne awarie. Z niektórych zjawisk można nie zdawać sobie sprawy i nieodpowiedzialni producenci bardzo często lekceważą ich istnienie i nie informują o nich klienta. Firma EL KOSMITO zdecydowała się na stworzenie kilku zabezpieczeń, które pozwalają kontrolować poziom niebezpiecznych zjawisk, mogących występować podczas nieprawidłowych instalacji. W przypadku wystąpienia któregośkolwiek niekorzystnego zjawiska badanego przez sterownik, układ przerywa pracę.

**UWAGA! Aby wznowić pracę sterownika, należy odłączyć zasilanie, odczekać aż zgasną wszystkie diody, usunąć usterkę/błąd i ponownie podłączyć układ. W razie potrzeby można zresetować sterownik przytrzymując chwilę przycisk.**

**UWAGA! Układ nie posiada zabezpieczenia nadprądowego, czyli konieczny jest zewnętrzny bezpiecznik o czym pisano wielokrotnie w niniejszej instrukcji. Bezpiecznik ten prawdopodobnie nie ochroni sterownika przed uszkodzeniem, ale może zabezpieczyć np. akumulator przed bardzo dużym prądem, który mógłby popłynąć w przypadku zwarcia.**

## Start układu po włączeniu zasilania

Po włączeniu zasilania diody kolejno się zapalają, począwszy od diody czerwonej z lewej strony do diody żółtej z prawej. W tym czasie można skontrolować optycznie, czy diody te są sprawne a także czy układ nie zachowuje się w sposób nieprawidłowy.

## Zabezpieczenie termiczne

Układ PWM został wyposażony w radiator, który podczas testów w temperaturze pokojowej, pełnym obciążeniu i najwyższej częstotliwości pracy rozgrzewał się nieznacznie. Oznacza to bardzo wysoką sprawność układu. Pomimo tego istnieją warunki, w których temperatura radiatora może być wyższa. Może mieć to miejsce w przypadku instalacji w okolicy innych elementów oddających ciepło lub w przypadku miejsc, gdzie oddawanie ciepła przez radiator jest utrudnione (np. szczelnie zamknięte obudowy z tworzyw sztucznych). Układ posiada zabezpieczenie, które przerwie pracę PWM jeśli temperatura radiatora osiągnie około 85°C. Jest to temperatura bezpieczna dla pracy układu, nie topi tworzyw sztucznych itp. Warto jednak zauważyć, że jeśli radiator osiągnie 85°C to istnieje niebezpieczeństwo poparzenia. Dla człowieka 85°C to temperatura zbyt wysoka aby dotknąć radiatora ręką. Po osiągnięciu tej temperatury układ się wyłączy i włączy ponownie kiedy temperatura spadnie poniżej 60°C.

Dioda kontroli temperatury została oznaczona na Rysunek 1.

## Zabezpieczenie przed przepięciami

Standardowym problemem zmniejszający żywotność sterowników PWM, prowadzącym do niekontrolowanych i często niebezpiecznych uszkodzeń a także powodującym bardzo wiele zakłóceń są przepięcia. Przepięcia występują na skutek szybkich zmian prądu płynącego przez przewody i wszystkie elementy indukcyjne (np. silniki). Eliminacja tego typu zjawisk jest niezbędna do prawidłowej pracy każdego układu PWM. Pozostawienie przepięć i niekontrolowanie ich prowadzi do nadmiernego wzrostu temperatury elementów sterujących a także niebezpiecznych przebiegów i zwarcia. Nie należy ich lekcewać pod żadnym pozorem. Dlatego firma EL KOSMITO zainstalowała w sterowniku bardzo dobrą diodę zabezpieczającą przed przepięciami powstającymi od strony przewodów zasilających odbiornik i od strony samego odbiornika. Przepięcia te są tłumione a w skrajnych przypadkach należy zainstalować dodatkowy układ gasikowy (opisany wcześniej przy omawianiu Rysunek 3). Przepięcia

powstające od strony wyjścia są sygnalizowane przez diodę „PRZEPIĘCIA” oznaczoną na Rysunek 1. W przypadku przepięć układ przerwie swoją pracę. Należy przy tym pamiętać, że zawsze jakieś przepięcia mogą powstawać i nie zawsze są one niebezpieczne. Warto jednak wziąć to pod uwagę, ponieważ posiadając wersję układu niskonapięciową 10-30V i podłączając ją pod 28V, istnieje pewne prawdopodobieństwo, że powstające przepięcia przekroczą dopuszczalne napięcie pracy sterownika i zasygnalizuje on awarię. W takim przypadku rozważmy zakup wersji na wyższe napięcie, która będzie miała większy dopuszczalny zakres napięć.

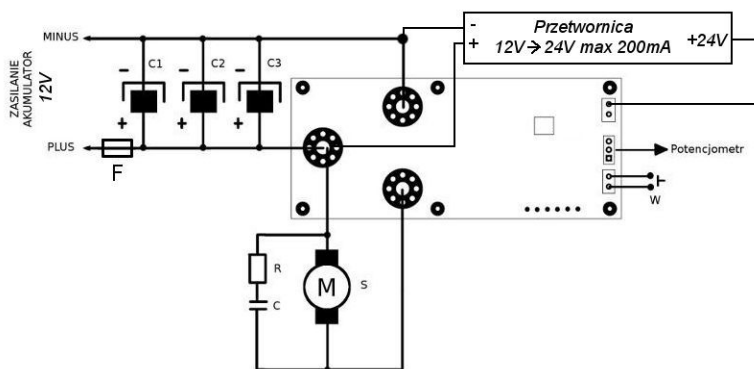
## Zabezpieczenie napięcia zasilania

Bardzo ważnym zabezpieczeniem jest sprawdzanie czy napięcie zasilania nie przekracza dopuszczalnych granic. W przypadku wersji niskonapięciowej napięcie nie może być niższe niż ok. 10V i wyższe niż ok. 30V. W przypadku wersji wysokonapięciowej powinno mieścić się w granicach od ok. 10V do ok. 70V.

Niestety, w niektórych sytuacjach występują zjawiska, których bez profesjonalnego sprzętu nie można sprawdzić. Do takich zjawisk należą przepięcia, o których wspomniano wcześniej oraz spadki napięć. Poniżej omówione zostaną oba te problemy.

Jeśli chodzi o przepięcia, to można podzielić je na dwa rodzaje. Pierwszy z nich powstaje na odbiorniku i przewodach do niego prowadzących i sygnalizacją tych przepięć zajmuje się inne zabezpieczenie opisane wcześniej. Drugie przepięcia powstają na przewodach zasilających. Dlatego zaleca się stosować możliwie krótkie przewody zasilające a także kondensatory, o których mowa była przy omawianiu Rysunek 3. Ilość kondensatorów jak wówczas wspomniano wpływa na zmniejszenie przepięć, ponieważ kondensatory przejmują energię oddawaną przez przewody, a następnie energia ta z powrotem oddawana jest do akumulatora. Kondensatory szybciej reagują na przejmowanie bardzo krótki dużych impulsów niż sam akumulator. Natomiast kiedy już przejmą energię z impulsu oddają ją wolniej do akumulatora i ten jest w stanie wtedy ją odebrać. W ten sposób następuje tłumienie wysokich napięć, które mogą pojawiać się na zasilaniu. Jeśli te chwilowe skoki wysokiego napięcia nie są tłumione, załączone zostanie zabezpieczenie i zapali się dioda „ZASILANIE” oznaczona na rys. 1. Prawidłowo podłączony układ powinien radzić sobie z tym problemem i nie powinno sprawić to większego kłopotu.

Druga sytuacja, kiedy dioda „ZASILANIE” może zostać zapalona, ma miejsce jeśli zasilanie nie jest dostatecznie stabilne i występują chwilowe skoki i napięcie w tym czasie spadnie poniżej ok 10V. Może się tak dzieć jeśli wystąpi zbyt duży pobór prądu lub przewody będą zbyt cienkie albo długie. Może i na pewno będzie to miało miejsce w przypadku akumulatorów 12V i dużych obciążeniach chwilowych. W takich przypadkach często rozruch np. silnika powoduje duży niedopuszczalny chwilowy spadek napięcia mogący uszkodzić sterownik. Zabezpieczenie wówczas zareaguje i spowoduje zatrzymanie jego pracy. Jeśli mamy taką sytuację a musimy podłączyć PWM90A do tego akumulatora to jedyne wyjście z tej sytuacji może dawać podłączenie zewnętrznej przetwornicy napięcia podnoszącej 12V do np. 15V lub 24V. W ten sposób wrażliwa część układu będzie otrzymywała prawidłowe napięcie zasilania. Na Rysunek 8 pokazano sposób instalacji takiej przetwornicy. Jak widzimy zasilanie przetwornicy brane jest z akumulatora, natomiast wyjście dołączone jest do złącza, z którego korzysta przekaźnik. Nic nie stoi na przeszkodzie aby przekaźnik także był wykorzystywany równocześnie z przetwornicą tylko wówczas przetwornica musi być na odpowiedni prąd dopasowany do przekaźnika i sterownika razem.



Rysunek 8: Instalacja dodatkowej przetwornicy do stabilizacji napięcia zasilania

## Zabezpieczenie uszkodzonych tranzystorów

Firma EL KOSMITO dodała system kontroli tranzystorów mocy. System ten pozwala wychwycić wiele usterek i wykryć ich nieprawidłową pracę lub nieprawidłowe wystereowanie. Możliwe jest także wykrycie ich przepalenia np. wskutek przebiecia czy też zbyt wielkiego prądu, który przez nie popłynął. W takim przypadku układ zasygnalizuje awarię zapalając diodę „TRANZYSTORY” opisaną na Rysunek 1 i nie pozwoli na pracę przekaźnika zgodnie z ustawionym trybem przekaźnika.

**Należy jednak podkreślić, że awaria tranzystorów może być wykryta tylko kiedy potencjometr jest w pozycji niezerowej podczas próby normalnej pracy. W czasie kiedy PWM ustawiony jest na 0%, stan awarii może nie zostać wykryty.**

**UWAGA! Większość awarii tranzystorów mocy powoduje ich zwarcie, więc podpięty odbiornik w takim przypadku zostaje załączony z pełną mocą. Dlatego właśnie zastosowano dodatkowy przekaźnik, który może zareagować i rozłączyć odbiornik w przypadku takiej lub innej awarii. Należy przy tym zauważyć, że czasami duży pobór prądu przez odbiornik i jednoczesne uszkodzenie tranzystorów skończy się natychmiastowym podniesieniem ich temperatury obudowy co doprowadzi do ich mechanicznego rozerwania a następnie prąd podawany na odbiornik zostanie odcięty z powodu przerwy w obwodzie. Taka sytuacja jest korzystna, choć niestety nie zawsze występuje i dlatego przekaźnik warto uwzględnić jeśli konieczne jest duże bezpieczeństwo.**

## Sygnalizacja poprawnej pracy układu

Poprawną pracę układu sygnalizuje zielona dioda LED oznaczona jako „OK” i pokazana na Rysunek 1.

## Sygnalizacja pracy PWM

Układ sygnalizuje pracę PWM powyżej 0% żółtą diodą LED umieszczoną na płytce i oznaczoną jako „PRACA” (patrz Rysunek 1.)

# Opcje konfiguracji

## Wejście do trybu konfiguracji

Wejść do trybu konfiguracji można tylko po włączeniu zasilania lub po zresetowaniu regulatora (przytrzymanie przycisku przez 2sek).

Przyjmijmy, że mamy wyłączone zasilanie. Teraz wciskamy przycisk i zasilanie włączamy trzymając cały czas przycisk. Normalnie jak zapewne już zauważyłeś przechodzą kolejne diody od czerwonych do żółtej. Teraz jak przytrzymałeś przycisk to przechodzą najpierw w jedną stronę, a potem w drugą. Jeśli tak się stało to właśnie jesteś w trybie konfiguracji.

Przyjmijmy jeszcze drugi przypadek, czyli kiedy zasilanie jest włączone i układ pracuje cały czas. Teraz wciskamy przycisk i trzymamy. Układ się po 2 sekundach zresetuje i cały czas trzymaj przycisk do czasu kiedy nie zobaczysz jak przelatują diody z jednej strony na drugą i z powrotem. I teraz też już jesteś w trybie konfiguracji.

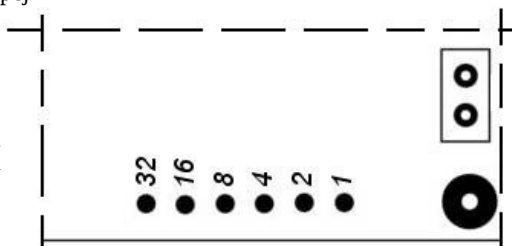
## Sposób odczytywania ustawionych wartości

Regulator PWM90A dysponuje tylko jednym przyciskiem i 6 diodami. Jeśli jesteś w trybie programowania, to diody funkcjonują w oparciu o dwie zasady:

- diody migają – jesteś w MENU GŁÓWNYM, masz tam do wyboru jedną z 11 opcji
- diody świecą ciągle – jesteś w konfiguracji jakiegoś parametru

A więc po tym czy dioda miga czy świeci wiemy czy wybieramy opcję do ustawiania czy już ustawiamy tę opcję.

Teraz jeszcze kwestia ustawiania wartości w oparciu o te diody. Tutaj obowiązuje typowy system binarny do ustawiania wszystkiego. Jest dość prosty sposób jak zamienić daną kombinację świecących diod na jakąś liczbę. Spójrzmy na Rysunek 9. Każdej z diod przypisany jedną liczbę. Teraz jak świecą nam diody 8, 4 i 1 to aby to zamienić na liczbę, wystarczy te numery dodać  $8+4+1=13$ . I taka kombinacja diod odpowiada tej liczbie. W drugą stronę zamienić jest wcale nie trudniej: mając liczbę 21, musiałyby się palić diody 16, 4 i 1 żeby odpowiadały tej liczbie. Ta prosta reguła gwarantuje, że jednej kombinacji diod przypisana jest dokładnie jedna liczba.



Rysunek 9: Numeracja diod

## Menu główne

Z poprzedniego rozdziału wiemy już, że w menu głównym migają nam diody. Która pozycja menu jest w tym momencie możemy odczytać na podstawie tego, które diody migają i wg metody podanej w poprzednim rozdziale. W menu głównym mamy do wyboru następujące opcje:

Opcja (numer)	Znaczenie
1	Wyjście z MENU GŁÓWNEGO i powrót do normalnej pracy sterownika bez zapisywania wprowadzonych zmian
2	Wyjście z MENU GŁÓWNEGO i powrót do normalnej pracy sterownika z zapisaniem wprowadzonych zmian
3	Czas płynnego startu (domyślnie 3 sekundy)
4	Czas płynnego/natychmiastowego stopu (domyślnie natychmiastowy stop)
5	Wybór częstotliwości (domyślnie 1kHz)
6	Wybór trybu pracy wejścia włącznika zwierne (Rysunek 1, punkt 3) (domyślnie wyłączona opcja)
7	Wybór trybu pracy wyjścia na przekaźnik (Rysunek 1, punkt 1) (domyślnie przekaźnik się włącza kiedy włącza się PWM)
8	Ustawienie poziomu startowego PWM (domyślnie 0%)
9	Ustawienie poziomu minimalnego napięcia na wejściu potencjometru (domyślnie około 0V)
10	Ustawienie poziomu maksymalnego napięcia na wejściu potencjometru (domyślnie około 5V)
11 (wersja 2.1) <sup>1</sup>	Zabezpieczenie jeśli potencjometr nie na zerze po włączeniu sterownika (domyślnie włączone)
11 (wersja 2.0) 12 (wersja 2.1)	Przywrócenie domyślnych ustawień sterownika i wyjście z MENU GŁÓWNEGO i powrót do normalnej pracy sterownika

Aby wybrać opcję należy doprowadzić do tego aby migają odpowiednie diody. W tym celu wciskamy krótko przycisk do uzyskania odpowiedniej kombinacji np. chcąc ustawić częstotliwość interesuje nas opcja numer 5, a więc odpowiada to miganiu diod 4 i 1 ( $4+1=5$ ), a więc wciskamy krótko przycisk dotąd aż nie będą migać diody 4 i 1. Kiedy miga nam odpowiednia kombinacja, należy przycisnąć przycisk przez 2 sekundy, a potem puścić. Od tego momentu możesz zmienić wybrane ustawienia. Opis sposobu zmian poszczególnych opcji znajduje się w kolejnych rozdziałach.

1 Numer opcji dotyczy tej wersji. Szczegóły w dalszych opisach poszczególnych funkcji.

## Menu opcja 1, wyjście bez zapisu

Jeśli wybrałeś tę opcję to sterownik wyszedł z menu głównego i powrócił do normalnej pracy. Wszystkie ustawienia zostały wczytane takie jak były wcześniej ustawione. Żadnych zmian nie wprowadziłeś.

## Menu opcja 2, wyjście z zapisem

Jeśli wybrałeś tę opcję to sterownik wyszedł z menu głównego i powrócił do normalnej pracy. Wszystkie wprowadzone przez Ciebie ustawienia zostały zapisane w pamięci i możesz z nich już korzystać.

## Menu opcja 3, czas płynnego startu

W tej opcji możesz ustawić czas płynnego startu od 1 do 30 sekund. Teraz diody świecą ciągle i nie migają. Możesz krótkimi wciśnięciami zmienić ich stan, tak aby odpowiadał takiej liczbie sekund płynnego startu jaka najbardziej Ci odpowiada np. jeśli chcesz aby płynny start wynosił 6 sekund to powinieneś zapalić diody 4 i 2 ( $4+2=6$ ).

**Należy pamiętać, że krótki czas płynnego startu w przypadku silników czy żarówek albo grzałek może przyczynić się do wystąpienia dużego prądu „rozruchowego” mogącego uszkodzić sterownik. Należy dokładnie zastanowić się czy czas 1 sek jest rzeczywiście potrzebny, czy nie lepsze byłoby 5sek itd.**

Po wybraniu odpowiedniego czasu, wciśnij przycisk przez 2 sekundy i puść. Teraz wróciłeś do MENU GŁÓWNEGO. Zapis nastąpi dopiero po wybraniu opcji 2, a póki co możesz ustawiać dalej.

## Menu opcja 4, czas płynnego/natychmiastowego stopu

W tej opcji możesz ustawić czas płynnego stopu od 0 do 30 sekund. Teraz diody świecą ciągle i nie migają. Możesz krótkimi wciśnięciami zmienić ich stan, tak aby odpowiadał takiej liczbie sekund płynnego stopu jaka najbardziej Ci odpowiada np. jeśli chcesz aby płynny stop wynosił 10 sekund to powinieneś zapalić diody 8 i 2 ( $8+2=6$ ). Jeśli płynny stop ma wynosić 0 sekund, czyli ma to być stop natychmiastowy, to jak zapewne się domyślasz, powinieneś wciskać przycisk dotąd aż żadna dioda nie będzie się paliła.

Po wybraniu odpowiedniego czasu, wciśnij przycisk przez 2 sekundy i puść. Teraz wróciłeś do MENU GŁÓWNEGO. Zapis nastąpi dopiero po wybraniu opcji 2, a póki co możesz ustawiać dalej.

## Menu opcja 5, wybór częstotliwości

Ta opcja pozwala na ustawienie jednej z 9 częstotliwości pracy PWM jakie oferuje regulator PWM90A. Aby ustawić odpowiednią częstotliwość zapal sekwencję diod, która jej odpowiada:

Sekwencja diod (numer)	Częstotliwość PWM	Maksymalna średnica przewodu (miedzi)	Przekrój przewodu dla maksymalnej średnicy
1	100Hz	13mm	132mm <sup>2</sup>
2	200Hz	9mm	63mm <sup>2</sup>
3	500Hz	6mm	28mm <sup>2</sup>
4	1kHz	4mm	12,5mm <sup>2</sup>
5	2kHz	3mm	7mm <sup>2</sup>
6	5kHz	2mm	3mm <sup>2</sup>
7	10kHz	1,3mm	1,3mm <sup>2</sup>
8	15kHz	1mm	0,78mm <sup>2</sup>
9	20kHz	0,9mm	0,63mm <sup>2</sup>

Z tabeli wynika, że chcąc włączyć częstotliwość 10kHz należy ustawić sekwencję diod odpowiadającą liczbie 7, a więc muszą to być diody 4, 2, 1 ( $4+2+1=7$ ).

Wybrana częstotliwość niesie za sobą konkretne konsekwencje. Im niższa częstotliwość tym mniejsze straty cieplne (radiator będzie się mniej grzał) co ważne w przypadku dużych prądów. Niższa częstotliwość ma jednak wady i w przypadku silników będzie po prostu słychać burczenie, pischczenie itd. Często nie jest to problemem, ale warto mieć świadomość, że to właśnie od częstotliwości zależy czy będzie coś słychać poza pracą silnika czy nie. Pischczenie znika prawie zawsze przy 15kHz, w niektórych przypadkach może być już praktycznie nie słyszalne przy 10kHz. Dużo silników dość dobrze z znośnie pracuje przy 1kHz. A więc do wad niskich częstotliwości należy zaliczyć przydźwięk towarzyszący pracy urządzenia a do zalet mniejsze straty. Do wad wysokich częstotliwości należy zaliczyć wyższe straty a zalet brak przydźwięku.

Ale to nie wszystko co trzeba wiedzieć. Wraz ze wzrostem częstotliwości zmniejsza się maksymalna sensowna średnica przewodów zgodnie z tabelką podaną wyżej. Wynika to z faktu istnienia tzw. efektu naskórkowości. Chociaż tabelka ta dotyczy prądu przemiennego, to zastosowanie się do niej także w naszym przypadku będzie korzystne. Teoretycznie stosowanie przewodów miękkich nieco polepsza podane wyżej ograniczenia. Co to oznacza? Wybierając 1kHz nie ma większego sensu stosowanie przewodów o przekroju większym niż 12,5mm<sup>2</sup>, ponieważ większy wzrost przekroju nie będzie już znacząco wpływał na polepszenie parametrów przewodzenia prądu. Co można zrobić jeśli potrzebny przewód to 25mm<sup>2</sup>? Można zastosować dwa przewody osobne. Efekt naskórkowości dotyczy jednego przewodu. Można więc zastosować dwa

osobne w osobnej izolacji i w ten sposób uzyskać lepsze parametry.

Po wybraniu odpowiedniej częstotliwości, wciśnij przycisk przez 2 sekundy i puść. Teraz wróciłeś do MENU GŁÓWNEGO. Zapis nastąpi dopiero po wybraniu opcji 2, a póki co możesz ustawiać dalej.

## **Menu opcja 6, tryb pracy dodatkowego wejścia**

W tej opcji można ustawić tryb pracy dodatkowego wejścia. Tutaj są 4 możliwe tryby pracy przedstawione w tabeli:

Tryb (numer)	Opis
1	Dodatkowe wejście nie jest używane, jest nieaktywne
2	Tryb ON/OFF – jeden impuls włącza PWM, drugi impuls wyłącza
3	Wejście NO (otwarte) PWM pracuje, NC (zamknięte) PWM nie pracuje
4	Wejście NC (zamknięte) PWM pracuje, NO (otwarte) PWM nie pracuje

Po wybraniu odpowiedniej opcji, wciśnij przycisk przez 2 sekundy i puść. Teraz wróciłeś do MENU GŁÓWNEGO. Zapis nastąpi dopiero po wybraniu opcji 2, a póki co możesz ustawiać dalej.

## **Menu opcja 7, tryb pracy wyjścia przekaźnikowego**

Ta opcja pozwala na ustawienie trybu pracy wyjściowego przekaźnika. Możliwa jest jedna z opcji:

Tryb pracy	Opis
1	Przekaźnik normalnie wyłączony, wyjście włączy przekaźnik kiedy PWM pracuje
2	Przekaźnik normalnie włączony, wyjście wyłączy przekaźnik kiedy PWM pracuje

Po wybraniu odpowiedniej opcji, wciśnij przycisk przez 2 sekundy i puść. Teraz wróciłeś do MENU GŁÓWNEGO. Zapis nastąpi dopiero po wybraniu opcji 2, a póki co możesz ustawiać dalej.

## **Menu opcja 8, poziom startowy PWM**

Bardzo często jest tak, że PWM aby ruszyć silnik w urządzeniu (lub inne obciążenie) wymaga pewnej minimalnej wartości PWM poniżej, której nie jest możliwe rozpoczęcie pracy. Może być tak, że minimalny współczynnik wypełnienia, przy którym silnik zacznie się kręcić wynosi 15%. Poniżej tej wartości silnik nie reaguje na zmiany współczynnika wypełnienia. Jest to sytuacja, która może przeszkadzać i dobrze byłoby gdyby PWM posiadał możliwość ustawienia tego pewnego minimum. PWM90A posiada wbudowany mechanizm pozwalający na ustawienie od 0 do 50% współczynnika wypełnienia uruchamiający się od razu bez płynnego startu i bez konieczności mocnego przekręcenia potencjometrem. W naszym przykładzie było 15%. Jeśli ustawimy tę wartość to od tego momentu jak potencjometr będzie skrócony na 0, to wypełnienie będzie wynosić 0%, PWM jest zatrzymany. Kiedy przekręcimy go lekko, to od razu włączy się współczynnik 15%. Dalsze wychylenie spowoduje regulację do pełnych 100%.

**Należy jednak bezwzględnie pamiętać, że ustawienie tej opcji zbyt wysoko może spowodować, że silnik otrzyma zbyt duże wypełnienie na początku co spowoduje znaczący wzrost prądu „rozruchowego”. Dlatego zmiany w tym ustawieniu należy stosować bardzo ostrożnie.**

Opcja pozwala regulować poziom startowy PWM od 0 do 50%. Zasadę regulacji znamy z poprzednich rozdziałów. Chcąc ustawić 15% powinniśmy wcisnąć dotąd aż zapalą się diody 8, 4, 2, 1 (8+4+2+1=15).

Po wybraniu odpowiedniej opcji, wciśnij przycisk przez 2 sekundy i puść. Teraz wróciłeś do MENU GŁÓWNEGO. Zapis nastąpi dopiero po wybraniu opcji 2, a póki co możesz ustawiać dalej.

## **Menu opcja 9, poziom minimalny napięcia wejściowego (potencjometru)**

Jeśli wszedłeś do tej opcji menu, wszystkie 6 diod powinno się palić. Teraz ustaw potencjometr w takim położeniu, które najbardziej pasuje Ci do stanu, w który PWM powinien być jeszcze wyłączony. Po ustawieniu wciśnij przycisk aby układ odczytał to położenie. Długość wciśnięcia nie ma znaczenia. Teraz wróciłeś do MENU GŁÓWNEGO. Zapis nastąpi dopiero po wybraniu opcji 2, a póki co możesz ustawiać dalej.

UWAGA! Napięcie poziomu minimalnego i maksymalnego może wynosić od 0 do 5V.

UWAGA! Napięcie poziomu minimalnego może wynosić np. 1V, wysokiego 3V, ale może być też na odwrót, czyli poziom minimalny to 3V, maksymalny to 1V.

UWAGA! Mała różnica napięć pomiędzy poziomem niskiego i wysokiego napięcia wejściowego ma wpływ na rozdzielczość nastaw PWM. Przetwornik odczytuje 1024 poziomy napięcia od 0 do 5V, zmniejszając ten zakres proporcjonalnie zmniejszy się rozdzielczość odczytu nastawy.

## **Menu opcja 10, poziom maksymalny napięcia wejściowego (potencjometru)**

Jeśli wszedłeś do tej opcji menu, wszystkie 6 diod powinno się palić. Teraz ustaw potencjometr w takim położeniu, które najbardziej pasuje Ci do stanu, w który PWM powinien być jeszcze wyłączony na 100%. Po ustawieniu wciśnij przycisk aby układ odczytał to położenie. Długość wciśnięcia nie ma znaczenia. Teraz wróciłeś do MENU GŁÓWNEGO. Zapis nastąpi dopiero po wybraniu opcji 2, a póki co możesz ustawiać dalej.

**UWAGA!** Napięcie poziomu minimalnego i maksymalnego może wynosić od 0 do 5V.

**UWAGA!** Napięcie poziomu minimalnego może wynosić np. 1V, wysokiego 3V, ale może być też na odwrót, czyli poziom minimalny to 3V, maksymalny to 1V.

**UWAGA!** Mała różnica napięć pomiędzy poziomem niskiego i wysokiego napięcia wejściowego ma wpływ na rozdzielczość nastaw PWM. Przetwornik odczytuje 1024 poziomy napięcia od 0 do 5V, zmniejszając ten zakres proporcjonalnie zmniejsza się rozdzielczość odczytu nastawy.

## **Menu opcja 11, ustawienie zabezpieczenia startu**

Opcja dostępna w wersji 2.1. Pozwala włączyć i wyłączyć zabezpieczenie po uruchomieniu sterownika. Zabezpieczenie to domyślnie jest włączone i wstrzymuje pracę PWM jeśli potencjometr nie jest w pozycji zerowej. Ustawienie wartości 1 wyłącza zabezpieczenie, wartości 2 włącza zabezpieczenie.

## **Menu opcja 11/12, wyjście z zapisem domyślnych ustawień**

Opcja dostępna w wersji 2.0 pod numerem 11, w wersji 2.1 pod numerem 12.

Jeśli wybrałeś tę opcję to sterownik wyszedł z menu głównego i powrócił do normalnej pracy. Wszystkie wprowadzone przez Ciebie ustawienia nie zostały zapisane w pamięci, w pamięci zostały zapisane ustawienia domyślne sterownika i możesz z nich już korzystać.

## **Uwagi końcowe**

Poprawnie podłączony układ będzie pracował długo i niezawodnie. Firma EL KOSMITO dołożyła naprawę mnóstwo starań aby rzetelnie wykonać niniejszą instrukcję i sam sterownik informując przy tym o wszystkim co uznano za konieczne w kwestii bezpieczeństwa. Niemniej jednak należy pamiętać, aby instalacja sterownika odbywała się w sposób prawidłowy przez osobę posiadającą odpowiednią wiedzę. Przy instalacji należy wziąć pod uwagę wszystkie aspekty bezpieczeństwa, bo bezpieczeństwo ludzi jest najważniejsze. Między innymi dlatego postanowiliśmy sporządzić ten dość dokładny i przejrzysty opis wszystkich ważnych parametrów układów PWM. Mamy nadzieję, że opis ten będzie zrozumiały dla użytkownika.

**UWAGA! Nie zwierać wyjścia na śrubach M6 ani wyjścia na przekaźnik! Powodowanie zwarcia na tych wyjściach przy włączonym zasilaniu może spowodować uszkodzenie układu!**

**UWAGA! Gwarancja nie obejmuje tranzystorów sterujących układem PWM, diody zabezpieczającej ani tranzystora sterującego wyjściem na przekaźnik! Elementy te nie są objęte gwarancją, ponieważ można je uszkodzić prowadząc montaż w nieprawidłowy sposób (np. powodując zwarcia).**