

Uniwersalny sterownik silnika krokowego z mikrokontrolerem AT90S1200.

Zestaw do samodzielnego montażu.

1. Opis ogólny.

Sterownik silnika krokowego przeznaczony jest do sterowania driverem D100 lub innym funkcjonalnie zgodnym driverem unipolarnym impulsowym, dwunapięciowym lub innym wg punktu 8. Zestaw zawiera mikroprocesor ATMEL AT90S1200 z programem „E110”. Sterownik E110 może pracować w jednym z trybów w zależności od ustawienia zwór konfiguracyjnych:

- Dwunapięciowym ze sprzężeniem prądowym z drivera D100.
- Dwunapięciowym z układem czasowym RC
- Impulsowym jednonapięciowym z możliwością wyboru jednej z dwóch częstotliwości impulsów.
- Stałoprądowym jednonapięciowym. (Nie są wykorzystane wyjścia sterowania kluczy „Klucz A” i „Klucz B”.)

Sterownik wytwarza sygnały sterowania fazami wg jednego z czterech algorytmów zależności od ustawienia zwór konfiguracyjnych::

Pełnokrokowe $1/4$ i $2/4$ i półkrokowe $3/8$ i $5/8$ – aktywny poziom wysoki.

Sterownik wytwarza sygnały sterowania kluczami impulsowymi drivera D100 – aktywny poziom niski. Moduł jest zasilany przez złącze J2 napięciem 5V +/- 10%.

2. Opis działania:

Schemat układu przedstawiono na rys. 1. Linie portu B PB2 .. 7 są skonfigurowane jako wyjścia z podciągami R22.. R27 i służą do sterowania kluczy tranzystorowych drivera (np. D100). Są wyprowadzone na gniazdo J10.

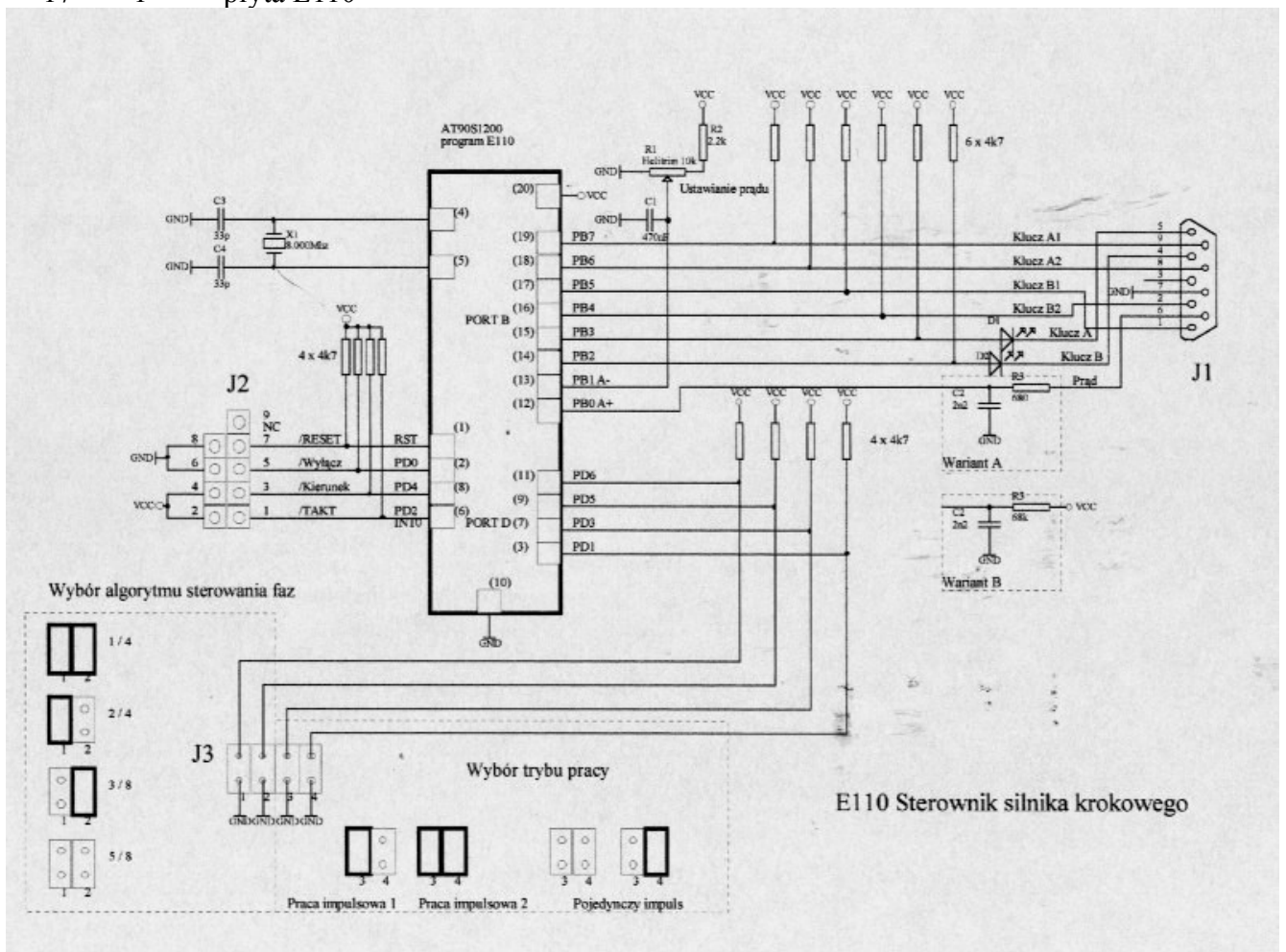
Linie PB7, PB6 oraz PB5, PB4 sterują odpowiednio połówkami faz A1, A2 i B1, B2 silnika krokowego (przez driver np. D100). Linie PB3, PB2 sterują kluczami impulsowymi napięcia wysokiego drivera impulsowego np. D100. (środki faz silnika krokowego). Linie PB0, PB1 są wejściami komparatora, który porównuje wartość spadku napięcia na rezystorze pomiaru prądu drivera np. D100 z wartością nastawioną na helitrimie R9.

Elementy R21, C12 stanowią filtr dolnoprzepustowy. Linie portu D PD2..PD6 są skonfigurowane jako wejścia z podciągami R28..R32. Pełnią one funkcje klasycznego sterownika silnika krokowego: PD2 – TAKT, PD4 – KIERUNEK, PD0 – WYŁĄCZ (stan niski wyłącza wszystkie klucze drivera D100 - PB2, PB3 stan wysoki, PB4 .. PB7 stan niski). PD5 – SELECT 0, PD6 – SELECT 1 linie wyboru algorytmu sterowania. Kombinacja 00 odpowiada algorytmowi $1/4$, 01 – $2/4$, 10 – $3/8$, 11 – $5/8$. Linia PD3 określa tryb pracy – stan niski ustala tryb impulsowy, stan wysoki tryb pojedynczego impulsu – dwunapięciowy. Linia PD1 w trybie impulsowym określa częstotliwość impulsów. Stan niski na tej linii odpowiada wyższej częstotliwości, stan wysoki niższej. Układ R1, R2, C1 ustawia napięcie progowe komparatora i służy do ustawiania prądu faz. Diody LED D1 i D2 są prostym wskaźnikiem prądu. Jaśniejsze świecenie odpowiada mniejszemu prądowi, ciemniejsze większemu. Układ C2, R3 tworzy w zależności od wariantu :

- Filtr dolnoprzepustowy w trybie pracy ze sprzężeniem z drivera D100
- Układ czasowy RC w trybie bez sprzężenia z drivera D100.

3. Lista podzespołów zestawu E100.

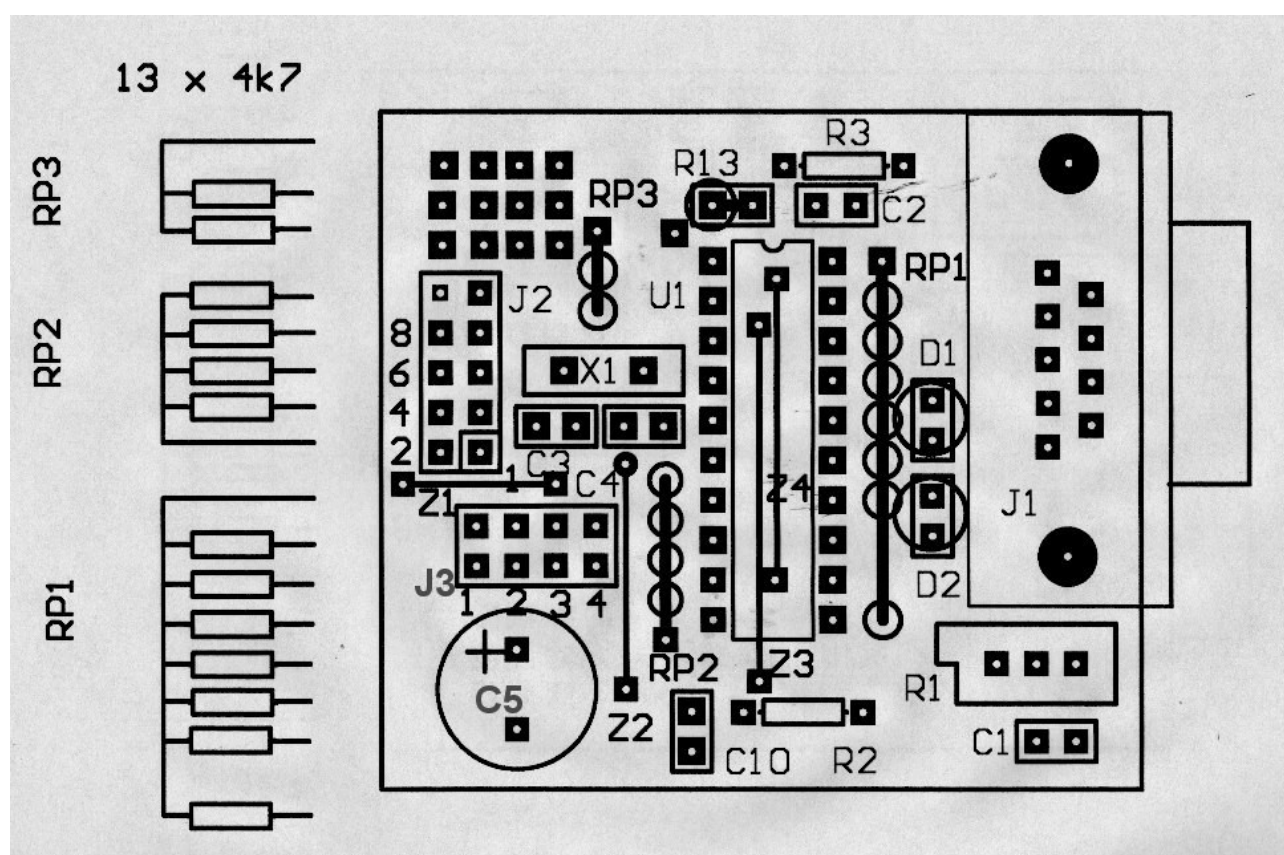
Lp.	Ilość	Typ	Oznaczenie	Uwagi
1	1	mikroprocesor AT90S1200	U1	; zaprogramowany programem E110
2	1	kwarc HC13U 8.000MHz	X1	
3	1	kondensator 100uF/16V	C5	
4	1	kondensator 2n2	C2	
5	2	kondensator 33p	C3 ,C4	
6	1	kondensator 100n	C10	
7	13	rezystor 0.125W 4k7	RP1, RP2, RP3	
8	1	rezystor 0.125W 680	R3	Wariant A
8A	1	rezystor 0.125W 68k	R3	Wariant B
9	1	rezystor 0.125W 22k	R2	Wariant A
9A	1	rezystor 0.125W 5.1k	R2	Wariant B
10	1	helitrim 10k	R1	
11	1	gniazdo DB9F	J1	
12	2	LED 3mm czerwony	D1,D2	
13	1	Złącze męskie 2x5 pinów	J2	
14	1	złącze męskie 2x 4 piny	J3	
15	4	zwora		
16	1	podstawka DIP20 pod U1		
17	1	płyta E110		



Rys. 1. Schemat sterownika E110.

4. Montaż płytki.

- Wykonaj zwory Z1..Z4.
- Zamontuj podstawkę pod U1.
- Zamontuj drabiny rezystorów RP1, RP2, RP3 (rezystory 4k7 pionowo wg. rys. 2.)
- Zamontuj pionowo rezystor R13 dłuższą końcówką do VCC wg rys. 2.
- W wariantcie B rezystor R3 zamontuj pionowo w otworze po lewej stronie (rys 2.) a drugie wyprowadzenie połącz z VCC na rezystorze R13.
- Zależnie od wariantu zamontuj rezystor R2 – 680 dla wariantu A ; 68k dla wariantu B.
- Zamontuj helitrim R1, kondensatory C1, C2, C3, C4, C5, C10, kwarc X1.
- Zamontuj gniazdo J1 i złącza J2 i J3.
- Jeśli sygnał /RESET na złączu J2 jest wymagany połącz przewodem pin 1 U1 - /RESET z pinem 7 złącza J2.
- Sprawdź połączenia zgodnie ze schematem ideowym rys. 1.



5. Uruchomienie układu.

- Zanim włożysz mikroprocesor do podstawki, włącz wtyk na złącze J2 i włącz napięcie zasilające (+5V) sprawdź wartość napięcia zasilania mikroprocesora tj pomiędzy pin 10 (GND) a 20 (VCC) pinem podstawki. Napięcie powinno zawierać się w przedziale 4.8 – 5.2 V. Wyłącz zasilanie.
- Umieść mikroprocesor w podstawce .
- Ustaw konfigurację zworami na złączu J3.
- Podłącz driver i silnik krokowy.
- Włącz zasilanie sterownika i drivera.
- Jeśli używasz drivera impulsowego helitrim R9 ustaw w skrajnym położeniu w kierunku przeciwnym z obrotem wskazówek zegara (wartość napięcia na pinie 13 procesora = 0).

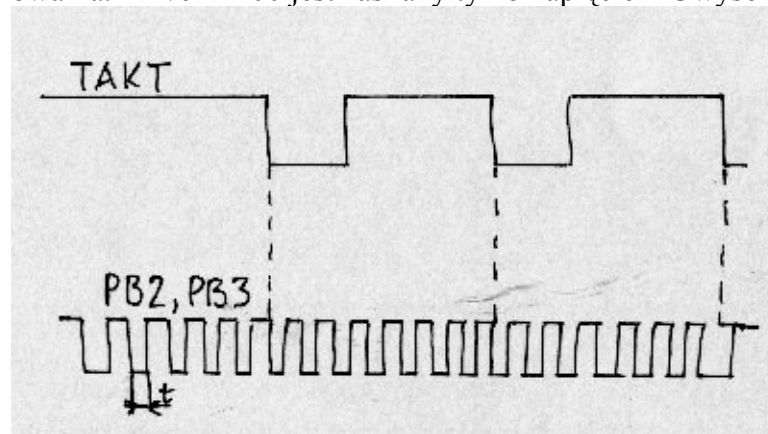
- Podłącz do wejścia „TAKT” generator przebiegu TTL o częstotliwości 1 – 1000 Hz, lub moduł MASTER np. E228. Ustaw częstotliwość taktowania na ok.100 Hz.
- Silnik powinien zacząć się obracać. Sprawdź reakcje na linie wejściowe „KIERUNEK”, „WYŁĄCZ”. „SELECT1”, „SELECT2”. Jeśli używasz drivera impulsowego ustaw wymagany prąd kręcąc zgodnie z ruchem wskazówek zegara helitrimem R9 (zwiększanie prądu). Diody LED D1 i D2 powinny świecić. Zgaszone diody sygnalizują włączenie ciągle kluczy A i B i przekroczenie prądu.
- Ustawienie prądu należy wykonywać oddzielnie dla każdego algorytmu sterowania.
- Sprawdź ustawienie prądu dla całego zakresu osiąganych prędkości obrotowych i różnych algorytmów sterowania. W razie potrzeby skoryguj ustawienie R9.
- Sprawdź równowagę termiczną drivera dla maksymalnych obrotów – temperatura radiatora po ok. 2 minutach nie powinna przekraczać 80 stopni.
- Sprawdź równowagę termiczną silnika krokowego dla maksymalnych obrotów – temperatura po ok. 2 minutach nie powinna przekraczać 80 stopni.

6. Opis programu E110 mikrokontrolera AT90S1200.

Po starcie (włączenie zasilania) sterownik E110 sprawdza ustawienie zwór konfiguracyjnych J3 , ustawia tryb pracy i algorytm sterowania faz silnika krokowego a następnie przechodzi do trybu pracy zwykłego sterowania silnikiem krokowym i reaguje na linie TAKT (opadające zbocze), KIERUNEK, WYŁĄCZ, RESET.

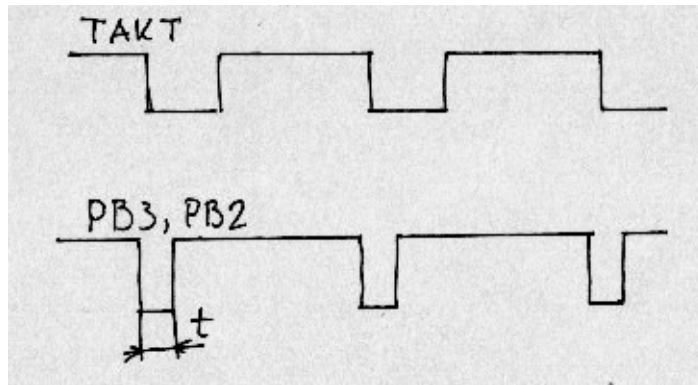
7. Uwagi dotyczące trybów pracy sterownika E110.

- Zalecanym trybem pracy jest tryb impulsowy bez sprzężenia zwrotnego (wariant B montażu). Odpowiada to założonym zworom na poz. 3 i 4 J3. Układ dobrze pracuje przy wszystkich algorytmach sterowania. Driver D100 jest zasilany tylko napięciem Uwysokie



Rys. 3. Przebiegi w trybie impulsowym.

- Tryb pojedynczego impulsu (zwora na poz. 3 J3 zdjęta) – dwunapięciowy bez sprzężenia zwrotnego , można stosować dla zwiększenia osiągnięć silników przewidzianych do pracy stałoprądowej , a więc o dużej indukcyjności uzwojeń.



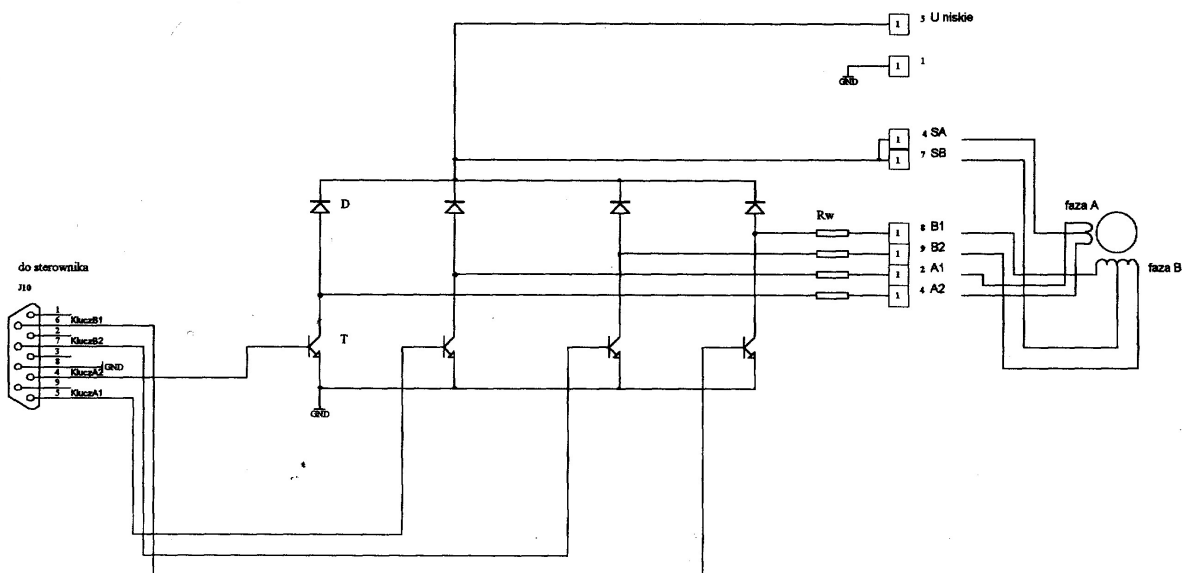
Rys.4. Przebiegi w trybie pojedynczego impulsu.

- Tryby ze sprzężeniem zwrotnym (wariant A montażu) zarówno impulsowy jak i z pojedynczym impulsem zapewniają najmniejszy pobór prądu, najlepiej działają z algorytmem 1 / 4, nieco gorzej z 2 / 4. Nie należy stosować w nich algorytmów półkrokowych.

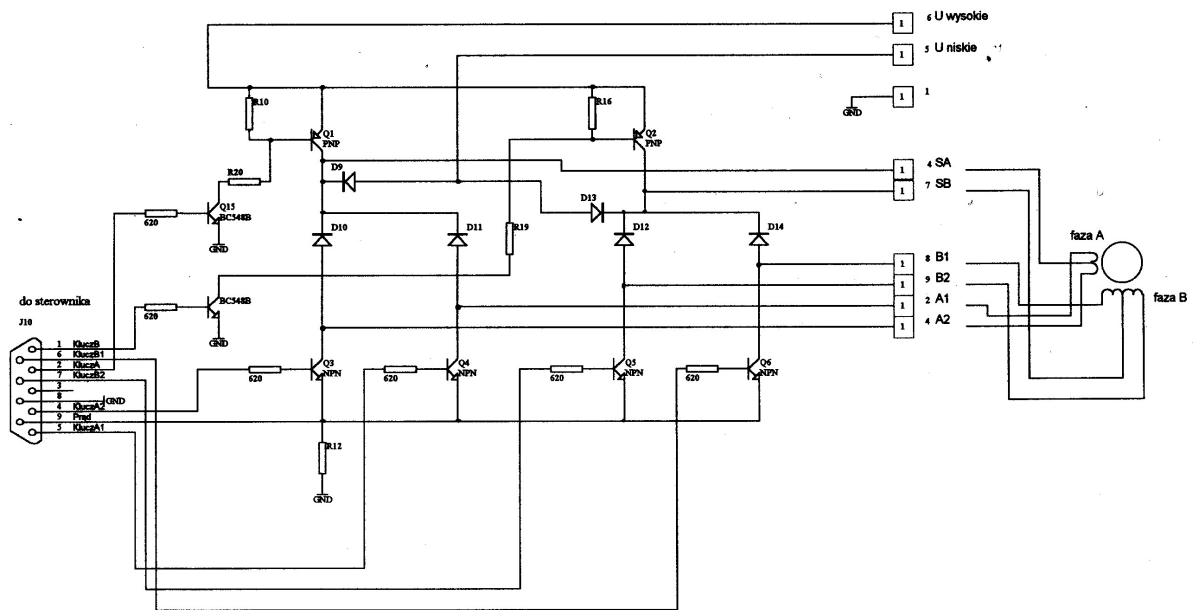
8. Przykłady rozwiązań driverów do sterownika E110.

Przykładowe rozwiązania driverów do silnika krokowego współpracujących ze sterownikiem E110, przedstawiono na rys.4,5. Na rys.5 przedstawiono driver nadający się do napędu silników pracujących z małymi prędkościami. Tranzystory dobrać w zależności od prądu silnika. Dla większych prądów stosować tranzystory Darlingtona lub N-FET. Diody zabezpieczające dla małych prądów 1N4148, dla większych BA157. Rezystancję R_w dobrać do silnika i napięcia tak aby nie przekroczyć maksymalnego prądu i mocy R_w .

Na rys. 6 przedstawiono driver dwunapięciowy dający dobrą charakterystykę momentu obrotowego i małe straty ciepłne. Napięcie U_{niskie} ma wartość mniejszą lub równą napięciu nominalnemu silnika. Napięcie $U_{wysokie}$ kilkukrotnie wyższą. Tranzystory i diody zabezpieczające należy dobrać do zastosowanego silnika i napięcia zasilania.



Rys.5 Prosty driver jednonapięciowy.



Rys.6. Prosty driver dwunapięciowy.

Optymalnym jednak driverem do sterownika jest driver D100.

9. Objaśnienie terminów występujących w opisie.

- ❑ **Algorytm przełączania faz** – zamknięty cykl kroków, w którym każdemu krokowi odpowiada odmienne przypisanie przepływu lub braku przepływu prądu przez poszczególne uzwojenia faz silnika krokowego. W algorytmach pełnokrokowych 1 / 4 i 2 / 4 cykl składa się z czterech kroków. Piąty krok jest taki sam jak pierwszy. W algorytmach półkrokowych (podwajają konstrukcyjną ilość kroków silnika) 3 / 8 i 5 / 8 cykl składa się z ośmiu kroków. Przełączanie kroków powoduje obrót wału silnika. Kierunek obrotów silnika zmienia się zmieniając kolejność wykonywania algorytmu – w lewo lub prawo. Różnym algorytmom odpowiada różny pobór prądu i moment obrotowy. Prąd: $5 / 8 > 2 / 4 > 3 / 8 > 1 / 4$. Moment obrotowy: kolejność odwrotna.
- ❑ **Driver** – wzmacniacz mocy, zmienia sygnały logiczne ze sterownika 0 – 5V na prąd zasilający fazy silnika krokowego.
- ❑ **Zasilanie stałoprądowe** – zasilanie uzwojeń fazowych silnika prądem stałym o nominalnej wartości.
- ❑ **Zasilanie dwunapięciowe** – zasilanie stałoprądowe w którym dodatkowo podawany jest na uzwojenia fazowe, w momencie zmiany kroku, pojedynczy impuls napięcia znacznie wyższego niż nominalne.
- ❑ **Zasilanie impulsowe** – zasilanie przebiegiem impulsowym prądu o amplitudzie znacznie przekraczającej wartość nominalną i ograniczonym wypełnieniu.

10. Wsparcie techniczne . <http://www.perform.cc.pl>