

# ELEKTRONIK ELEKTOR

MIESIĘCZNIK DLA ELEKTRONIKÓW

co miesiąc w  
Elektronice Praktycznej

## Tester serwomechanizmów

*Dziś także modelarze mają coraz częściej kontakt z mikrokontrolerami. Nie tylko samo sterowanie modelami odbywa się za pośrednictwem sygnałów cyfrowych, ale również wiele innych zadań związanych z tym hobby może wykonać mikrokontroler.*

*W artykule przedstawiamy "inteligentny" tester sterowników serwo. Generuje on impulsy dla serwomechanizmów, ale może również mierzyć parametry takich impulsów.*

Impulsy serwo pełnią ważną rolę w sterowaniu modelami. Obroty silnika, kierunek ruchu i inne parametry są określane impulsami serwo. Dla nie wtajemniczonych będzie wskazany krótki opis impulsów serwo.

Impulsy serwo są sygnałami cyfrowymi, generowanymi z odstępem 20 milisekund. Szerokość impulsu zmienia się od minimum 1ms do maksimum 2ms. Szerokość „neutralna” wynosi 1,5ms. Na rys. 1 przedstawiono pojedyncze impulsy serwo.

Serwomechanizm zamienia przychodzące impulsy na ruch mechanizmu. Jeśli szerokość impulsu wynosi 1ms, serwomechanizm ustawia się w jednym skrajnym położeniu, jeśli natomiast impuls ma szerokość 2ms, przechodzi w drugie skrajne położenie.

Tester serwo może mierzyć zarówno szerokość jak i okres impulsów serwo. Może również sam generować impulsy do testowanych serwomechanizmów. Został zaprojektowany dla wytworzenia impulsu o minimalnej szerokości 0,7ms i maksymalnej szerokości 2,5ms, tak

że mogą być dokładnie sprawdzone wszystkie typy serwomechanizmów.

### Opis układu

Na rys. 2 przedstawiono schemat testera serwo. Jest on oparty na układzie scalonym ST62T65B, potężnym mikrokontrolerze produkowanym przez STM. Kontroler ma dwa 8-bitowe porty (PA i PB) i port 5-bitowy (PC). Porty te mają nieco odmienne właściwości. Port B może dostarczać prąd do 20mA, podczas gdy port A może przewodzić prądy do 5mA w obydwu kierunkach (wpływający i wypływający).

W układzie uwzględniono te właściwości tak, że poszczególne segmenty wyświetlacza są dołączone do portu A, natomiast katody (przewodzące znacznie większe prądy) do portu B.

Wyprowadzenie PC1 portu C służy jako wejście. Jest ono połączone bezpośrednio z wewnętrznym timerem. Timer odlicza czas, jeśli poziom na tym wyprowadzeniu jest wysoki i wstrzymuje zliczanie, gdy poziom ten jest niski. Takie połączenie sprzętowe gwarantuje wysoką precyzję pomiarów. Obwód wejścio-

wy, złożony z T1, D2, D3, R11, R12 i R13, działa jak wtórnik emiterowy, buforujący sygnał wejściowy bez zmiany jego polaryzacji. Diody tworzą zabezpieczenie przed zbyt wysokimi napięciami wejściowymi. Przy wybranej częstotliwości zegara (6MHz), wewnętrzny timer zlicza z krokiem 2µs. To określa liczbę obliczeń, jakie musi wykonać kontroler.

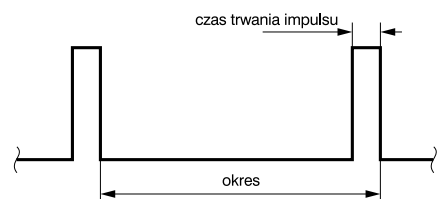
Kontroler ma wbudowany również programowany timer z preskalerem. Jego wyjście, wyprowadzenie PB7, jest połączone ze wzmacniaczem wyjściowym złożonym z T2, R14 i R15. Impulsy serwo, pojawiające się na tym wyjściu, mogą posłużyć do bezpośredniego sterowania serwomechanizmu. Sygnał ten jest również dostępny dla kontrolera poprzez przełącznik S1.

Pozostałą część układu tworzą przełączniki S2 i S3, diody LED D4 i D5, siedmiosegmentowe wyświetlacze LD1 do LD3 i brzęczyk. Wreszcie, R10, C3 i D1 tworzą obwód zerujący. To on zapewnia, że kontroler jest prawidłowo inicjalizowany po włączeniu zasilania.

Przełącznik S1 ma trzy położenia. Pozycja 1 wybiera funkcję pomiaru okresu. W tym trybie wejście układu jest połączone z wyprowadzeniem PB6, natomiast wyprowadzenie PC4 z wyprowadzeniem PC1. Oprogramowanie przypisuje wejściu PC4 dzielnik 2:1, który jest korzystny przy pomiarach okresu. Przy takim dzielniku okres może być mierzony za pośrednictwem tego samego podprogramu, który mierzy szerokość impulsu.

W położeniu 2 wejście układu jest połączone z wyprowadzeniem PC1. Tryb ten służy do pomiaru szerokości impulsu serwo.

Położenie 3 też służy do pomiaru szerokości impulsu, ale



Rys. 1. Sygnał serwo jest sygnałem z modulacją szerokości impulsów, o okresie 20ms. Szerokość impulsu zmienia się od 1 do 2ms.

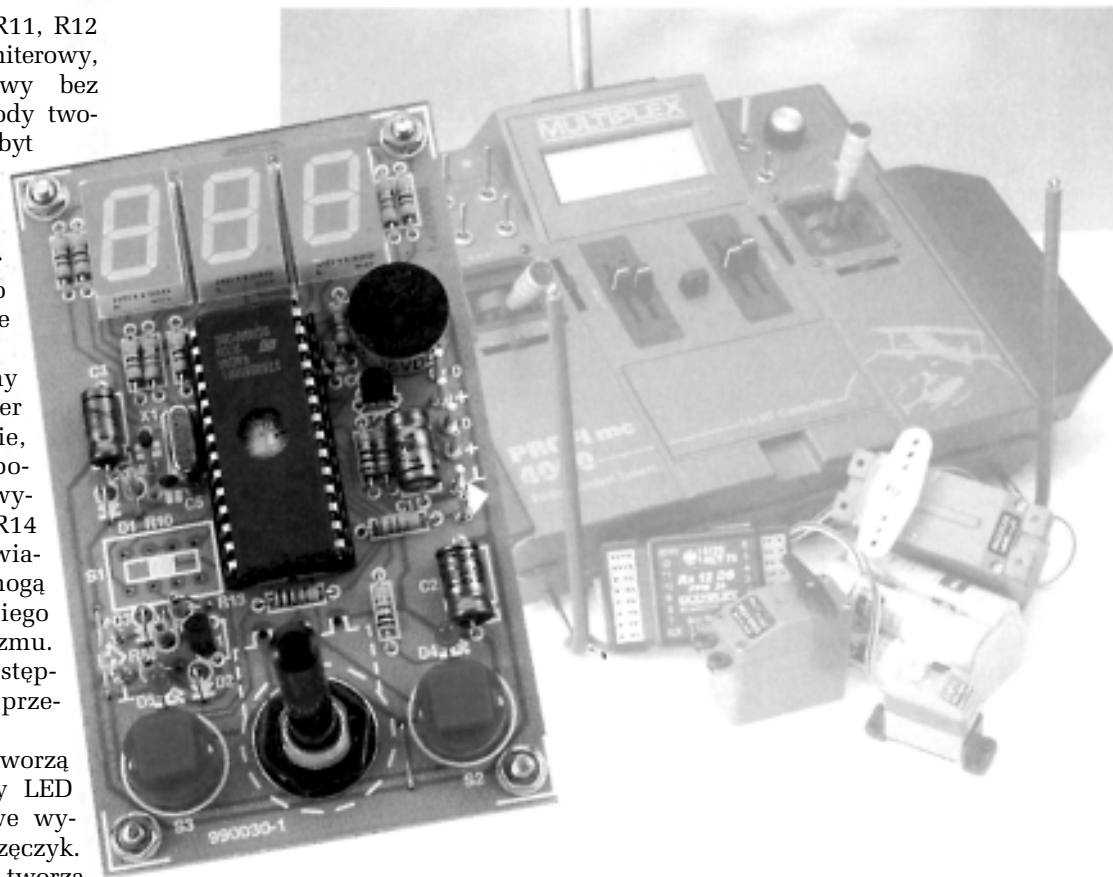
w tym przypadku wyprowadzenie PB7 jest połączone z wyprowadzeniem PC1 i kontroler mierzy szerokość impulsu, który generuje.

Należy zauważyć, że przełącznik S1 jest specjalnego rodzaju. Ma dwa rzędy styków, po cztery styki każdy, zamiast zwykłych dwóch rzędów, po trzy styki w każdym. W każdym położeniu dwa sąsiednie styki są połączone ze sobą.

Potencjometr P1 może posłużyć do rozmaitych regulacji, takich jak ręczne ustawianie szerokości impulsu i ustawianie minimalnej i maksymalnej szerokości impulsów. Dwa przełączniki przyciskowe S2 i S3 służą do wprowadzania ustawień odpowiednio minimalnej i maksymalnej szerokości impulsów. Diody LED D4 i D5 wskazują wprowadzenie tych wartości. Napięcie zasilania układu 4,8V jest po prostu pożyczone z zasilania odbiornika.

### Aspekty praktyczne

Niezależnie od tego, jak pięknie może wyglądać tester na papierze, naprawdę liczy się to, jak działa w praktyce. Aby to sprawdzić, musisz najpierw zbudować układ. Na rys. 3 przedstawiono mozaikę ścieżek i rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej.



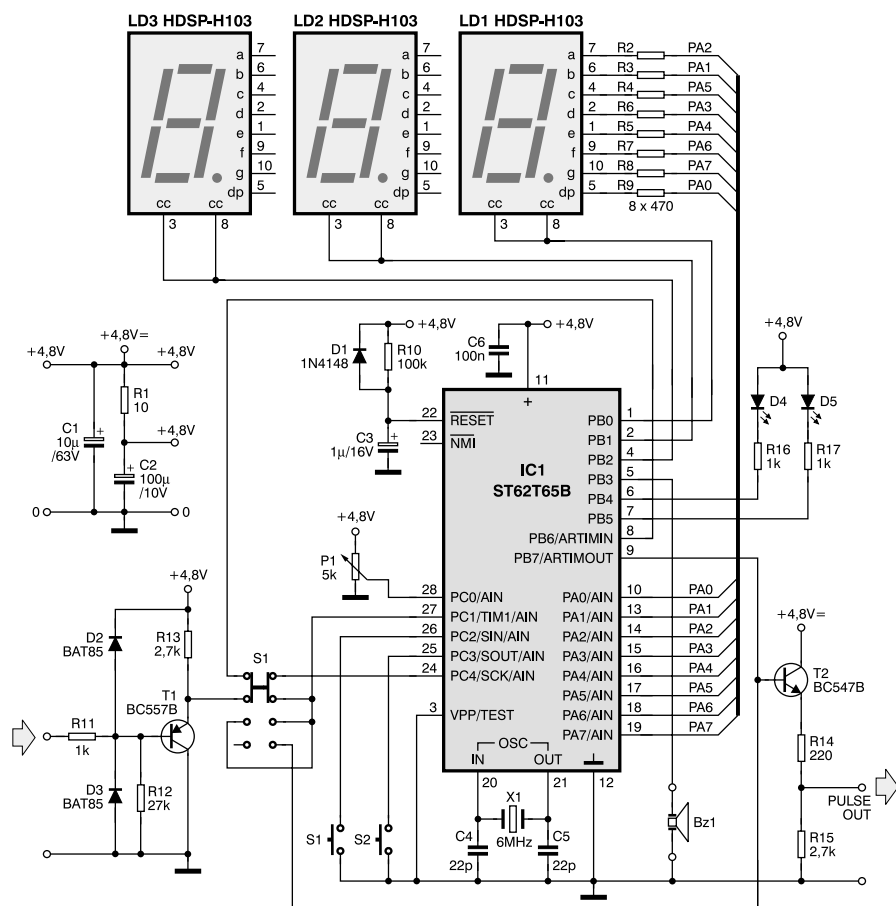
Wykonanie układu nie powinno przedstawiać żadnych szczególnych trudności, ponieważ rozmieszczenie elementów jest wyraźnie zaznaczone. Nie zapomnij o trzech zworach drutowych, które powinny być włutowane pod gniazdem kontrolera. Łatwo je przeoczyć.

Najlepszym sposobem połączenia testera z serwomechanizmem jest zastosowanie przedłużacza kabla serwo z obciążoną jedną końcówką. Rys. 4 przedstawia schemat połączenia z kilkoma różnymi typami serwomechanizmów.

### A teraz do roboty!

Użytkowanie testera jest bardzo łatwe. Gdy już zdecydujesz, jaki rodzaj pomiarów chcesz wykonać, sam proces pomiaru nie wymaga niczego więcej, jak tylko wybrania odpowiedniego trybu, dołączenia sygnału lub serwomechanizmu, który ma być zmierzony lub przetestowany i odczytu wyniku testu z wyświetlacza LED.

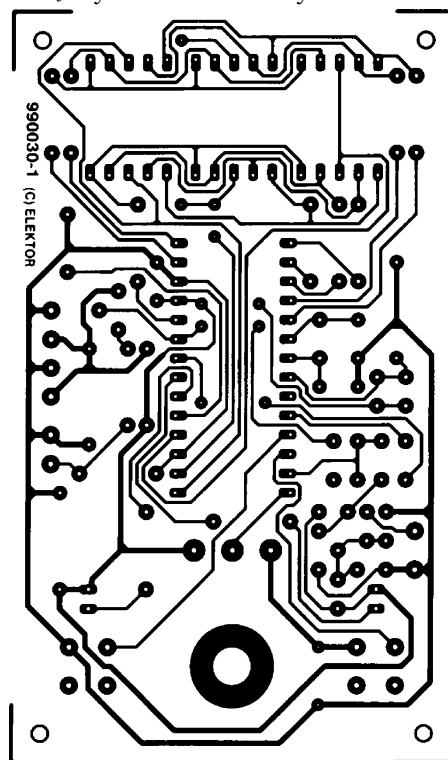
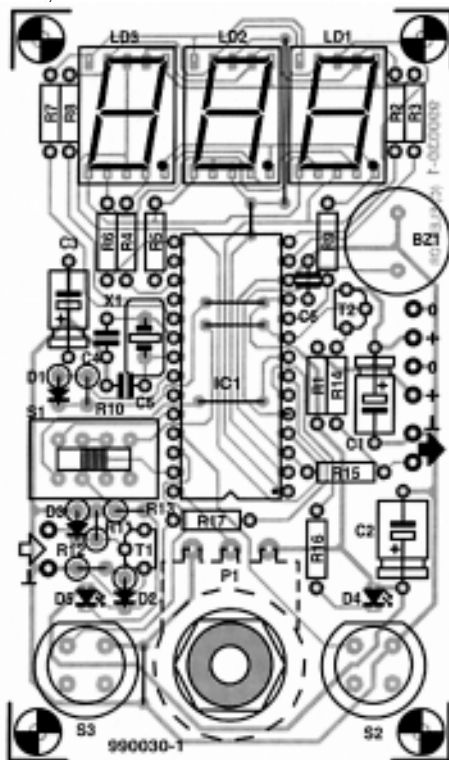
Aby zmierzyć okres impulsu serwo ustaw przełącznik S1 w położeniu 1. Zmierzony okres będzie widoczny na wyświetlaczu LED w milisekundach. Częstotliwość powtarzania sygnału serwo można obliczyć dzieląc 1000 przez zmie-



Rys. 2. Schemat elektryczny urządzenia.

rzony okres w milisekundach. Jeśli szerokość impulsu lub okres jest dłuższy niż maksymalna wartość, jaką tester może zmierzyć, na wyświetlaczu jest widoczne „HHH”. Jeśli poziom wejściowy jest niski przez cały czas trwania pomiaru, świecą wszystkie dolne segmenty wyświetlacza. I przeciwnie, jeśli przez cały czas trwania pomiaru poziom wejściowy jest wysoki, świecą wszystkie najwyższe segmenty wyświetlacza. Należy jednak zauważyć, że te wskazania poziomów niskiego i wysokiego są możliwe tylko przy pomiarach szerokości impulsu, w wyniku zastosowania do pomiarów okresu dzielnika 2:1. Aby zmierzyć szerokość impulsu serwo przestaw przełącznik S1 w położenie 2, następnie połącz wejście testera z wyjściem serwomechanizmu odbiornika. Gdy przełącznik S1 znajduje się w położeniu 3, na wyświetlaczu możesz odczytać szerokość impulsu serwo testera. Wartość ta zmienia się, jeśli kręcisz potencjometrem P1 i odpowiednio zmienia się wówczas szerokość impulsów. Jeśli do wyjścia testera jest dołączony

serwomechanizm, będzie nadał za obrotami potencjometru P1. Możliwe jest również automatyczne testowanie serwomechaniz-



Rys. 3. Kompletny układ można zmontować na gotowej płycie drukowanej.

mów. Aby je przeprowadzić wciśnij równocześnie przyciski S2 (ustawianie minimum) i S3 (ustawianie maksimum). Serwomechanizm będzie teraz poruszał się (tam i z powrotem) pomiędzy swoimi położeniami minimum i maksimum. Potencjometrem P1 możesz zmieniać szybkość, z jaką będzie się to odbywać. Aby przywrócić normalne, ręczne ustawianie, na krótko wciśnij S2 lub S3.

Szerokości minimalna i maksymalna impulsów testowych mogą być łatwo programowane. Jeśli wciśniesz i przytrzymasz przycisk ustawiania minimum (S2), zaświeci dioda LED. Na wyświetlaczu możesz odczytać aktualne ustawienie minimalnej szerokości impulsów. Reguluj potencjometrem P1, aż zostanie wyświetlona pożądana szerokość, po czym zwolnij przycisk. Podobnie, wciśnij przycisk ustawiania maksimum (S3), można odczytać, i w razie potrzeby regulować, maksymalną szerokość impulsu. Ustawienia minimum i maksimum szerokości impulsu są przechowywane w pamięci EEPROM kontrolera.

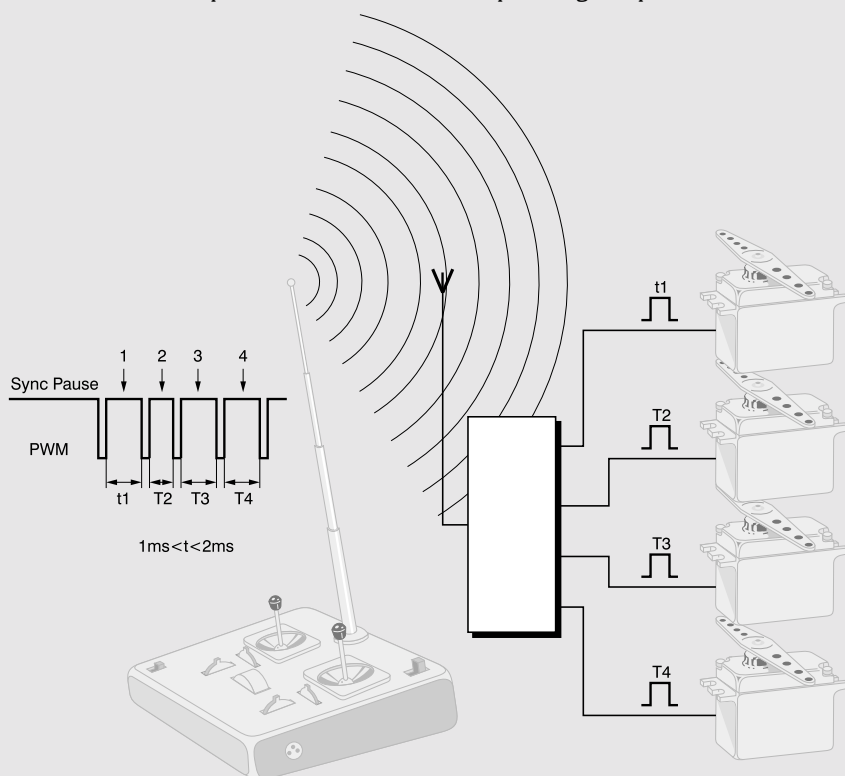
Jeśli wybrana wartość minimalnej szerokości impulsu jest większa niż maksymalna, układ wyświetli wskazanie błędu: włączy się brzęczyk i zaświeca obydwie diody LED. W ten sposób jesteś informowany o błędnym ustawieniu tych wartości.

### Sterowanie modelami za pośrednictwem serwomechanizmów

Serwomechanizmy stosuje każdy modelarz. Są one połączone bezpośrednio z wyjściem serwo odbiornika sterowanego modelu, czy to samochodu, łodzi czy samolotu. Zazwyczaj w modelu stosuje się kilka serwomechanizmów dla sterowania kierunkiem (lewo/prawo i góra/dół) i prędkością ruchu. Schemat na rysunku wyjaśnia, jak można sterować czterema serwomechanizmami za pośrednictwem czterokanałowego nadajnika i czterokanałowego odbiornika. Sterowanie odbywa się za pośrednictwem powtarzalnych impulsów napięcia. Odstęp powtarzania impulsów wynosi 20ms.

Szerokość każdego impulsu jest zmienna i w praktyce zmienia się od 1 do 2ms. Przy sterowaniu proporcjonalnym możliwe są wszystkie wartości pośrednie. Sterowniki nieproporcjonalne (binarne), stosowane w tańszych modelach, przełączają się pomiędzy jednym skrajnym położeniem a drugim - co, tak naprawdę, nie wymaga stosowania serwomechanizmu.

Sam serwomechanizm zawiera miniaturowy silnik elektryczny, napędzający sterowany element. Ponadto, obrót silnika zmienia położenie wewnętrznego potencjometru. Potencjometr ten, o rezystancji około 5kΩ, steruje multiwibratorem monostabilnym, również umieszczonym w obudowie serwomechanizmu. Wewnętrzna elektronika służy do utrzymania szerokości generowanego impulsu, równej szerokości impulsu wejściowego. Ponieważ istnieje stała zależność pomiędzy kątem obrotu potencjometru a szerokością impulsu, to kątem obrotu silnika można bezpośrednio sterować za pośrednictwem szerokości podanego impulsu.



Konwencjonalny "cyfrowo-proporcjonalny" system PWM. Położeniem serwomechanizmu sterują impulsy, których szerokości mogą się zmieniać od 1 do 2ms.

### WYKAZ ELEMENTÓW

#### Rezystory

- R1: 10Ω
- R2..R9: 470Ω
- R10: 100kΩ
- R11, R16, R17: 1kΩ
- R12: 27kΩ
- R13, R15: 2,7kΩ
- R14: 220Ω
- P1: 5kΩ, potencjometr liniowy

#### Kondensatory

- C1: 10μF/63V
- C2: 100μF/10V
- C3: 1μF/16V
- C4, C5: 22pF ceramiczny
- C6: 100nF ceramiczny

#### Półprzewodniki

- D1: 1N4148
- D2, D3: BAT85
- D4, D5: LED, czerwona, wysokosprawna
- T1: BC557B
- T2: BC547B
- IC1: ST62T65B (nr katalogowy 996507-1)

#### Różne

- X1: 6MHz
- LD1, LD2, LD3: HDSP-H103, wysokosprawne, ze wspólną katodą, Siemens
- S1: przełącznik suwakowy, 3 pozycje, 2 komplety styków (przełącznik Knitter typu MFP-230)
- S2, S3: wyłączniki przyciskowe D6-R-RD (ITC)
- Bz1: pasywny brzęczyk piezoelektryczny typu SEP 2242

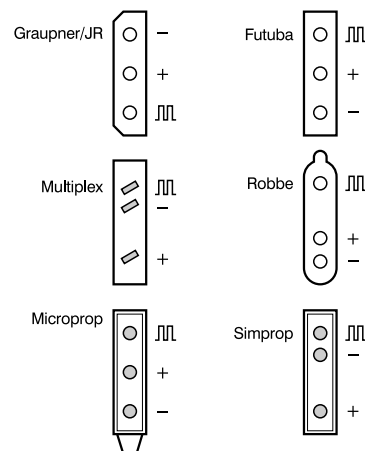
Wszystkie właściwości testera możesz wykorzystać do szybkiego sprawdzenia i testowania odbiorników, jak również serwomechanizmów. Tester może być zwróty i poręcznym składnikiem wyposażenia pomiarowego, o czym szybko się przekonasz, jeśli tylko użyjesz go kilka razy!

[990030-1]

Projektował B. Stuurman

Artykuł publikujemy na podstawie umowy z redakcją miesięcznika "Elektor Electronics".

Editorial items appearing on pages 13..16 are the copyright property of (C) Segment B.V., the Netherlands, 1998 which reserves all rights.



Rys. 4. Producentów serwomechanizmów jest kilku, a każdy z nich stosuje złącza innego typu. Powyższe zestawienie powinno pomóc w wyjaśnieniu sytuacji.