

Moduł pomiarowy z procesorem MSP430 AVT-449

Firmowe przyrządy pomiarowe są dosyć drogie i zwykle cena zniechęca do ich stosowania w konstrukcjach amatorskich.

Wyjątek stanowią małe mierniczki uniwersalne „no name”, jakie można kupić w każdym sklepie z artykułami elektrotechnicznymi. Ich niskiej ceny nie przebiją samodzielnie wykonywane moduły pomiarowe, ale możliwość dostosowania właściwości funkcjonalnych i parametrów pomiarowych takiego modułu do potrzeb własnego projektu sprawia, że cieszą się one dużym zainteresowaniem projektantów.

Rekomendacje: prezentowany moduł pomiarowy, z racji swej uniwersalności znajdzie z pewnością miejsce w pracowni nie tylko elektronika. Po wyposażeniu go w odpowiednie przetworniki może być zastosowany do pomiaru dowolnej wielkości fizycznej.

PODSTAWOWE PARAMETRY

- Płytko o wymiarach: 55 x 46 mm
- Zasilanie: 3 V/800 μ A (bateria 3 V (CR2032) lub dwie baterie AA)
- Funkcje:
 - pomiar napięcia
 - licznik impulsów
 - wyświetlanie danych liczbowych odbieranych z portu szeregowego
- 4-cyfrowe pole odczytowe
- Podstawowy zakres pomiarowy napięcia (bez dodatkowych, zewnętrznych dzielników): 0...2,5 V
- Zakres zliczania: -999...9999
- Max. częstotliwość sygnału wejściowego (prostokąt o wypełnieniu 50%): 10 kHz
- Zakres zliczania w trybie odczytu portu RS232: 999...9999

W ofercie handlowej AVT są dostępne:
 - [AVT-449A] - płytka drukowana
 - układ MSP430 w cenie 46 zł/szt.

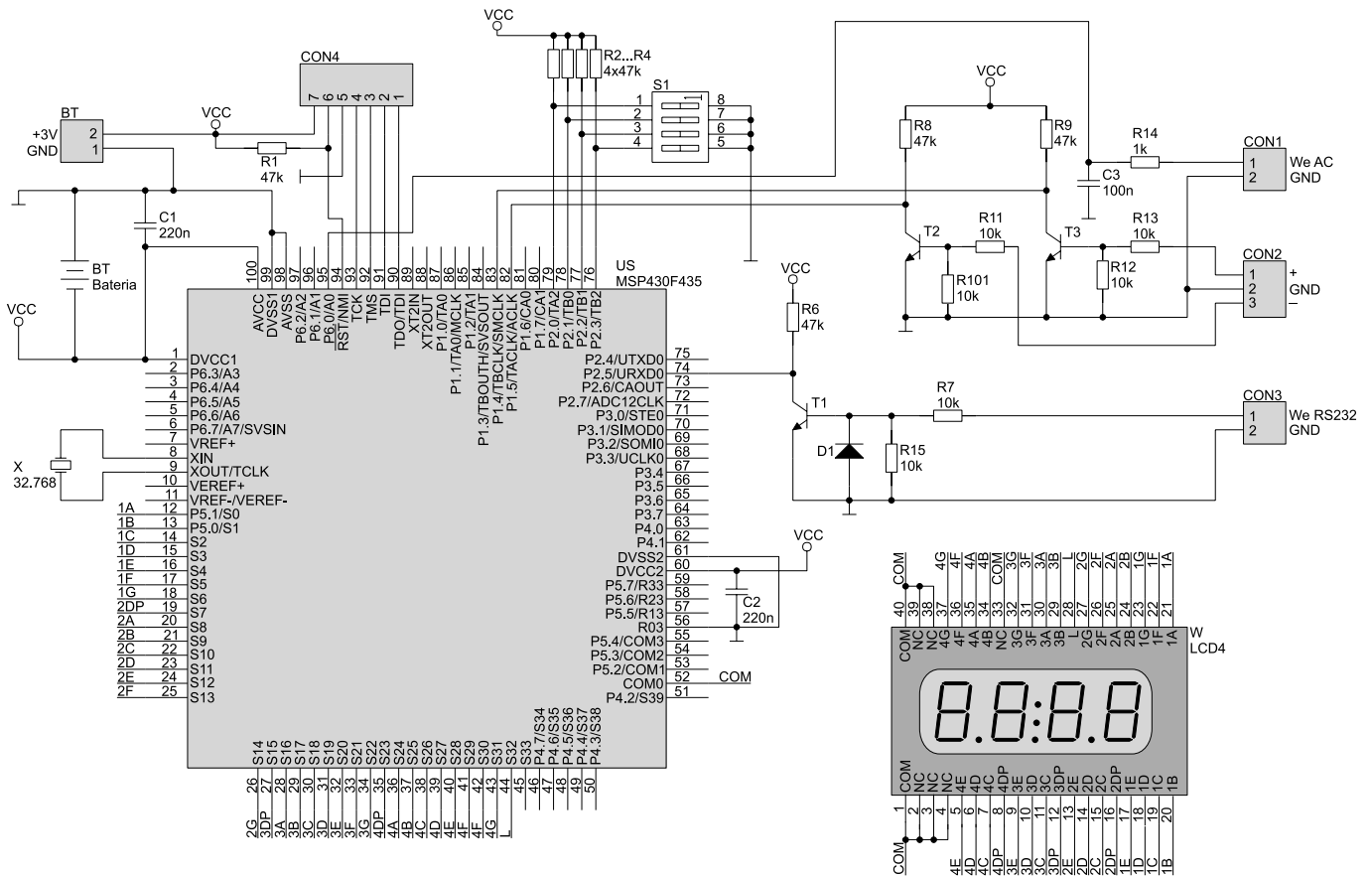
Opisywany w artykule moduł jest trzyfunkcyjnym przyrządem umożliwiającym, w zależności od potrzeb, pełnienie jednej z trzech funkcji: pomiaru napięcia, licznika impulsów, wyświetlania danych liczbowych odbieranych z portu szeregowego. Głównym założeniem przy doborze elementów modułu było ograniczenie pobieranego prądu do minimum, aby cały układ mógł być zasilany bateryjnie. Jako pole odczytowe został więc zastosowany czterocyfrowy wyświetlacz ciekłokrystaliczny. Wyświetlacz ten nie posiada wbudowanego sterownika, dlatego pobierany przez niego podczas pracy prąd jest wręcz pomijalnie mały. Zastosowanie takiego wyświetlacza wymaga jednak rozbudowanych układów sterujących, dlatego w układzie został zastosowany mikrokontroler typu MSP430F435, który ma wbudowany sprzętowy sterownik wyświetlacza, co powoduje, że jego obsługa jest wykonywana niemal samoczynnie. Zastosowany procesor także pobiera niewielki prąd, dzięki czemu układ modułu pomiarowego może być zasilany bateryjnie.

W procesorze zawarty jest także przetwornik A/C o rozdzielczości 12 bitów, co daje 4096 różnych stanów napięcia. Pozwala to na wykonywanie pomiarów z rozdzielczością 1 mV, czyli trzech miejsc po przecinku. Zakres pomiarowy przetwornika wynosi 0...2,5 V, co umożliwia wyświetlenie wartości napięcia w formacie 0,000...2,500.

Choć zakres ten jest stały, to po zastosowaniu zewnętrznego dzielnika napięcia (1:10, 1:100, 1:1000) można go rozszerzyć. Aby wyświetlana wartość napięcia była zgodna z napięciem przyłożonym do wejścia dzielnika, na wyświetlaczu jest możliwe ustawienie kropki dziesiętnej na odpowiedniej pozycji. W ten sposób napięcie wejściowe może być wyświetlane następująco: x.xxx, xx.xx, xxx.x, xxxx. Daje to możliwość reprezentacji mierzonej wartości w zakresie 0,000...2500. Trzeba jednak pamiętać, że wewnętrzna konstrukcja przyrządu mierzącego napięcia powyżej kilkuset woltów powinna spełniać określone warunki bezpieczeństwa. Praktycznie więc najwyższy zakres nie będzie w pełni wykorzystywany.

Należy również pamiętać o tym, że do wejścia przetwornika A/C zawsze jest doprowadzane napięcie o maksymalnej wartości 2,5 V, a różny jest tylko format wyświetlania tego napięcia. W ten sposób można, na przykład wykonać wskaźnik ciśnienia. Dołączając do wejścia przetwornika A/C czujnik ciśnienia, który na wyjściu będzie generował napięcie proporcjonalne do mierzonego ciśnienia. W ten sposób wyświetlacz może wskazywać wartość 1012 hPa dla przyłożonego napięcia równego 1,012 V.

Drugim trybem pracy modułu pomiarowego jest tryb licznika. W tym trybie są dostępne dwa wejścia umożliwiające zliczanie: do przodu, do tyłu oraz wejście zerujące. W trybie licznika możliwe jest



Rys. 1. Schemat elektryczny modułu pomiarowego

wyświetlenie wartości od -999 do 9999 przy maksymalnej częstotliwości sygnału wejściowego 10 kHz (częstotliwość ta odnosi się do sygnału prostokątnego o wypełnieniu 50%). W każdej chwili licznik może zostać wyzerowany poprzez podanie odpowiedniego sygnału na wejście zerujące. Wejścia zliczające mogą być przystosowane do pracy ze sterowaniem stykowym, które wymaga eliminacji drgań. W takim trybie, po każdym impulsie jest generowane opóźnienie około 10 ms i dopiero po tym czasie następuje zliczenie kolejnego impulsu. Czas ten pozwala na zanik impulsów zakłócających powstałych wskutek podania na wejście zliczające sygnału wygenerowanego na przykład przez przycisk.

Ostatnim trybem pracy modułu jest tryb wyświetlania danych liczbowych wpisywanych poprzez interfejs RS232. Podłączając moduł do portu szeregowego komputera lub do mikrokontrolera można na wyświetlaczu wyświetlić wartości liczbowe z zakresu -999...9999.

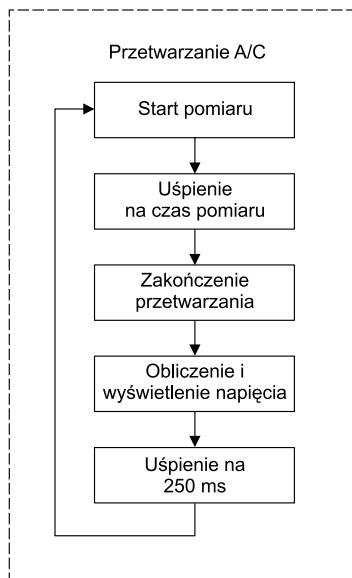
Cały układ może być zasilany z baterii umieszczonej na płytce, z zewnętrznej baterii lub z ze-

wnętrznego zasilacza 3 V. Wybór źródła zależny jest od zastosowania oraz trybu pracy, gdyż w różnych trybach wartość pobieranego prądu jest inna, jednak maksymalna wartość nie przekracza 800 μ A.

Budowa

Schemat elektryczny licznika jest przedstawiony na rys. 1. Wszystkie zadania wykonywane są przez mikrokontroler firmy Texas Instruments typu MSP430F435. Układ ten posiada rozbudowane peryferia, a przy tym może być zasilany niskim napięciem, pobierając niewielki prąd (typowo 280 μ A, dla częstotliwości generatora 1 MHz i przy napięciu zasilania 2,2 V). W układzie zawarte jest 16 kB pamięci programu FLASH oraz 512 B pamięci RAM. Najważniejszym jednak modułem, niezbędnym dla pracy całego układu, jest wbudowany sprzętowy sterownik wyświetlacza ciekłokrystalicznego. Sterownik ten umożliwia obsługę 160-segmentowego wyświetlacza. Jednak aby wykorzystać wszystkie segmenty wymagany jest specjalny wyświetlacz, który będzie miał segmenty pogrupowane po 40 w każdej grupie, co pozwoli na

dynamiczne sterowanie grupami poprzez odpowiednie sterowanie podłoża danej grupy sygnałami COM0, COM1, COM2, COM3. W trybie statycznym możliwa jest obsługa 40 segmentów i wykorzystywany jest tylko jeden sygnał sterowania podłożem - COM0. Zastosowany wyświetlacz ma cztery cyfry, trzy kropki dziesiętne oraz dwukropek, co daje w sumie 32 segmenty, dlatego sterownik pracuje w trybie statycznym. Po uruchomieniu sterownika wyświetlacza, jego obsługa programowa sprowadza się do wpisania w odpowiednie komórki pamięci jedynek - jeśli dany segment ma być włączony, albo zera - jeśli dany segment ma być wyłączony. Procesor jest taktowany za pomocą generatora z zewnętrznym rezonatorem kwarcowym o częstotliwości 32,768 kHz. Zewnętrzne kondensatory dla oscylatora nie są potrzebne, gdyż wykorzystywane są kondensatory zawarte wewnątrz procesora. Niska częstotliwość taktowania procesora nie oznacza jednak jego małej szybkości działania, gdyż wewnątrz procesora zawarty jest układ powielający, dzięki któremu można wytworzyć sygnał taktujący jednostkę centralna



Rys. 2. Algorytm pomiaru napięcia

i peryferia o wartości nawet 8 MHz. W przedstawionym układzie procesor jest w trybie aktywnym taktowany z częstotliwością 1 MHz. Aby jednak ograniczyć wartość pobieranego prądu, możliwe często jest on wprowadzany w tryb czuwania.

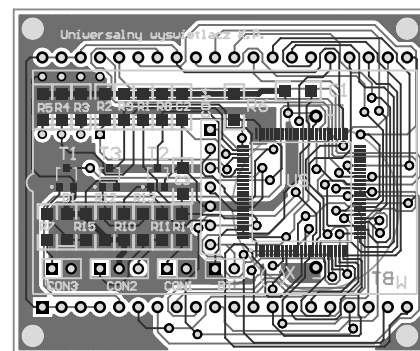
Przykładem jest pomiar napięcia realizowany przez wewnętrzny przetwornik AC. Pomiar jest wykonywany co 250 ms i tylko na czas aktualizacji danych procesor jest przełączany w tryb aktywny, natomiast pomiędzy pomiarami znajduje się w trybie uśpienia. Algorytm pomiaru jest przedstawiony na rys. 2. Do pracy przetwornika wymagane jest źródło napięcia odniesienia, od którego zależy dokładność pomiarów oraz zakres pomiarowy. Może to być napięcie zasilające procesor, jednak nie gwarantuje ono wystarczającej stabilności, a co za tym idzie dużej dokładności pomiarów. Aby ograniczyć potrzebę stosowania dodatkowych układów zewnętrznych procesor został wyposażony w wewnętrzne źródło referencyjne

o wybranym napięciu 1,5 V albo 2,5 V. W przedstawionym układzie zostało zastosowane źródło o napięciu 2,5 V, co pozwala na pomiar napięć wejściowych do takiej wartości. Wynik pomiaru przetwornika A/C jest liczbą z przedziału 0...4096, która jest następnie przeliczona na wartość napięcia z rozdzielczością 1 mV, według zależności: $U = AC * 2500 / 4096$ [mV].

W trybie komunikacji poprzez port szeregowy sygnał wejściowy jest podawany poprzez tranzystor T1 do wejścia sprzętowego sterownika URXD0. Zastosowany na wejściu tranzystora dzielnik rezystancyjny oraz dioda zabezpieczająca D1 umożliwiają bezpośrednie podłączenie modułu do złącza portu szeregowego komputera. Zastosowanie sprzętowego sterownika umożliwiło „uśpienie” procesora, który jest przełączany w stan aktywny tylko po odebraniu danych z portu szeregowego w celu ich weryfikacji i wyświetlenia na wyświetlaczu.

W trybie licznika procesor pracuje przez cały czas w stanie aktywnym. Sygnał zliczania w górę podawany jest na wejście P1.4, a zliczania w dół na wejście P1.5. Obydwa sygnały przechodzą przez układ dopasowujący w postaci tranzystorów T2 i T3. Układ ten podobnie jak w przypadku wejścia dla portu szeregowego zwiększa zakres napięć wejściowych do wartości +20 V. Do zerowania licznika wykorzystuje się wejście przeznaczone dla danych wejściowych portu RS232, które w tym trybie pełni funkcję zerowania.

Do ustawianie odpowiedniego trybu pracy mikrokontrolera służy przełącznik S1. Na schemacie widoczne jest także złącze CON4, które jest wykorzystywane do programowania procesora i w czasie normalnej pracy nie jest używane.



Rys. 3. Rozmieszczenie elementów na płycie

Montaż

Rozmieszczenie elementów na płycie modułu jest przedstawione na rys. 3. Z uwagi na fakt, że cały układ jest wykonany z elementów SMD, montaż należy przeprowadzić ze szczególną starannością. Dotyczy to szczególnie procesora, od którego należy zacząć montowanie elementów. Po wlutowaniu procesora należy montować pozostałe elementy SMD poczynając od rezystorów, a kończąc na tranzystorach. Montaż elementów po stronie „elementów” należy zakończyć wlutowaniem podstawki pod wyświetlacz. Złącza (z wyłączeniem złącza CON4)

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

- R1...R6: 47 kΩ (1206)
- R7: 10 kΩ (1206)
- R8: 47 kΩ (1206)
- R9: 47 kΩ (1206)
- R10...R13: 10 kΩ (1206)
- R14: 1 kΩ (1206)

Kondensatory

- C1, C2: 220 nF (1206)
- C3: 100 nF (1206)

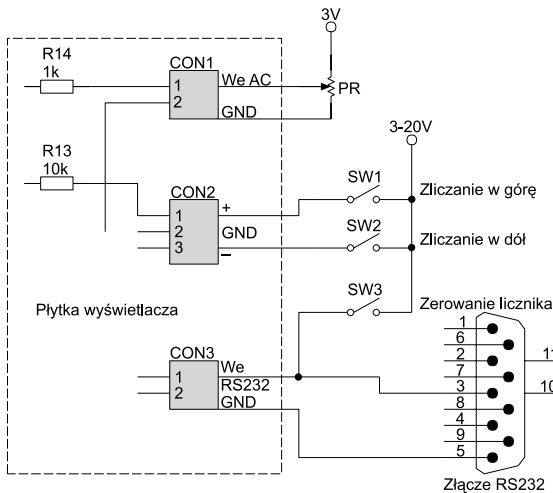
Półprzewodniki

- D1: 1N4148 (SOD80)
- T1...T3: BC846 (SOT23)
- US: MSP430F4351PZ zaprogramowany (obudowa 100pin-QFP)

Inne

- CON1: Goldpin 1x2
- CON2: Goldpin 1x3
- CON3: Goldpin 1x2
- CON4: brak – opis w tekście
- S1: przełącznik DIP4
- X: rezonator kwarcowy 32,768kHz
- W: wyświetlacz ciekłokrystaliczny 4 cyfry np. VI-402
- BT: bateria CR2032 + podstawka
- Podstawka pod wyświetlacz – listwa precyzyjna 2x20

| Tab. 1. Tryby pracy procesora zależne od ustawień przełącznika S1 | | | | | | |
|---|------|------------|------|------|--------------------------|-------------|
| S1-1 | S1-2 | Tryb pracy | S1-3 | S1-4 | Opis | Pobór prądu |
| OFF | OFF | Woltomierz | OFF | OFF | Format xxxx | 700 μA |
| | | | ON | OFF | Format xxx.x | |
| | | | OFF | ON | Format xx.xx | |
| | | | ON | ON | Format x.xxx | |
| ON | OFF | Licznik | OFF | X | Częstotliwość max.10 kHz | 500 μA |
| | | | ON | X | Eliminacja drgań | |
| OFF | ON | Port RS232 | OFF | OFF | Prędkość 2400 bps | 100 μA |
| | | | ON | OFF | Prędkość 1200 bps | |
| | | | OFF | ON | Prędkość 600 bps | |
| | | | ON | ON | Prędkość 300 bps | |



Rys. 4. Podłączenie zewnętrznych elementów do płytki wyświetlacza

oraz przełącznik S1 montowane są od strony „ścieżek”. Złącza CON4 nie należy montować, gdyż służy ono do programowania procesora i w czasie normalnej pracy nie jest wykorzystywane. Po prawidłowym zmontowaniu wszystkich elementów można uruchomić moduł pomiarowy dołączając napięcie zasilania poprzez włożenie baterii w podstawkę BT. Alternatywnym źródłem zasilania może być zewnętrzna bateria o większej pojemności, na przykład dwie baterie typu R6(AA) lub zasilacz o napięciu wyjściowym równym 3 V. Zewnętrzne źródło należy podłączyć do złącza szpilkowego oznaczonego jako BT. Przy zastosowaniu zewnętrznego źródła należy zachować szczególną ostrożność, aby biegunowość napięcia była prawidłowa, gdyż napięcie o odwrotnej polaryzacji podłączone nawet na chwilę może uszkodzić procesor.

Na rys. 4 pokazany jest sposób podłączenie elementów zewnętrznych

mogących współpracować z modułem pomiarowym.

Tryb pracy wyświetlacza ustalany jest za pomocą przełącznika S1. W tab. 1 przedstawiony jest sposób jego konfiguracji, aby procesor pracował w określonym trybie. Styki 1 i 2 ustalają dany tryb, a styki 2 i 3 umożliwiają zmianę parametrów danego trybu. Tryb pracy może być zmieniany podczas pracy procesora, jednak procesor rozpocznie pracę w ustawionym trybie dopiero po ponownym włączeniu zasilania.

Przy przełącznikach S1-1 i S1-2 ustawionych w pozycji OFF procesor będzie pracował w trybie woltomierza w podstawowym zakresie 0...2,5 V. Przełącznikami S1-3 i S1-4 można ustalić format wyświetlania tej wartości ustawiając liczbę miejsc po przecinku.

W ten sposób można uzyskać wskazania, na przykład napięcia w zakresie 0...2500 mV lub prądu w zakresie 0...2,500 A. Należy przy tym pamiętać, że maksymalna wartość napięcia podana na wejście analogowe nie może być większa od wartości napięcia zasilania procesora, dlatego dla napięć wyższych niż 2,5 V należy zastosować odpowiedni dzielnik napięcia wejściowego. Dla każdego z formatów wyświetlania nieznaczące zera są wygaszane. W trybie woltomierza pobierany prąd wynosi około 700 μ A.

Tryb licznika jest wybierany poprzez ustawienie przełącznika S1-1 w pozycję ON, a przełącznika S1-2 w pozycję OFF. Jeśli przełącznik S1-3 będzie w pozycji OFF, to maksymalna

częstotliwość zliczania będzie wynosiła 10 kHz, a po przełączeniu tego przełącznika w pozycję ON zostanie włączony układ eliminacji drgań styków umożliwiając współpracę licznika ze stykami mechanicznymi. Wejście danych z portu szeregowego w tym trybie pełni rolę wejścia zerującego i podanie na to wejście napięcia spowoduje wyzerowanie licznika. W tym trybie wartość pobieranego prądu wynosi około 500 μ A

Tryb odbierania danych z portu szeregowego jest wybierany poprzez ustawienie przełącznika S1-1 w pozycję OFF, a przełącznika S1-2 w pozycję ON. Przełącznikami S1-3 i S1-4 można ustawić prędkość transmisji w zakresie 300...2400 bps, w formacie: 8 bitów danych, 1 bit startu, 1 bit stopu, bez parzystości. Wyświetlanie żądanej wartości odbywa się poprzez wysłanie czterech cyfr z portu szeregowego komputera i zatwierdzenie ich klawiszem Enter. Procedura odbioru znaków jest tak wykonana, że niezależnie od liczby wysłanych do procesora znaków, wyświetlone zostaną ostatnie cztery wysłane przed naciśnięciem klawisza Enter. Oprócz znaków cyfr 0...9 można wysłać do procesora znak minus (minus na wyświetlaczu) oraz znak spacji (wygaszenie danej pozycji wyświetlacza). Wszystkie znaki należy wysyłać w formacie ich kodów ASCII. W przypadku sterowania modułem za pomocą mikrokontrolera wszystkie znaki należy wysyłać zgodnie z tabelą ASCII (dotyczy to również klawisza Enter, którego wartość liczbową wynosi 0x0D(hex)). W tym trybie wartość pobieranego prądu nie przekracza 100 μ A.

Krzysztof Pławiuk, EP
krzysztof.plawiuk@ep.com.pl

MONTAŻ SMT

- na paście
- na kleju

PROGRAMOWANIE KONSTRUOWANIE

- sterowników na bazie mikrokontrolerów 8-bitowych, 16-bitowych, 32-bitowych

PROJEKTOWANIE

- układów elektronicznych
- obwodów drukowanych

PONADTO OFERUJEMY:

- montaż mieszany: przewlekany, SMT
- lutowanie na fali lutowniczej SOLTEC MIDI z podwójną falą typu SMART WAVE

MCD Electronics
34-300 Żywiec ul. Lelewela 26
tel/fax: 33/861 60 35
e-mail: smt@mcd.com.pl
http://www.mcd.com.pl