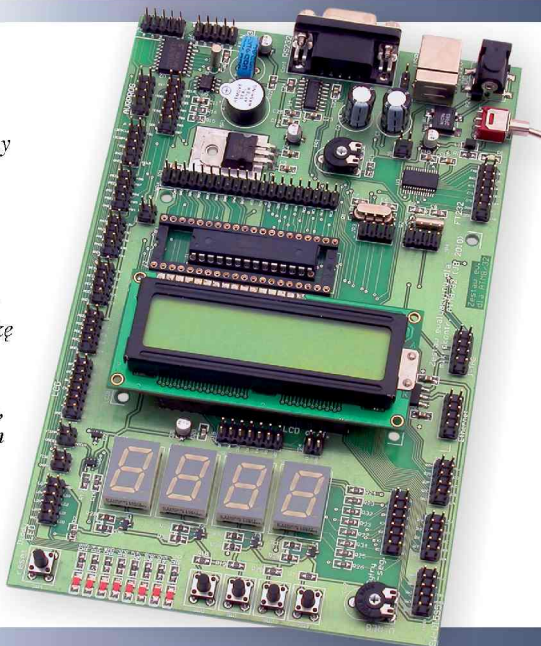


AVT 5311

Płytki ewaluacyjna dla mikrokontrolerów AVR

Zestaw ewaluacyjny powstał z myślą o wszystkich tych, którzy chcą się nauczyć programowania mikrokontrolerów AVR firmy Atmel. Oprócz możliwości dołączenia mikrokontrolerów ATmega8 i ATmega32 wyposażono ją również w ciekawe układy peryferyjne, dzięki którym można za jej pomocą wykonać modele kilku użytecznych urządzeń. Połączenia pomiędzy układami wykonano w taki sposób, aby płytkę dało się dowolnie rekonfigurować.

Rekomendacje: płytkę przyda się wszystkim, którzy chcą zapoznać się z programowaniem mikrokontrolerów AVR, w tym również w języku Bascom AVR.



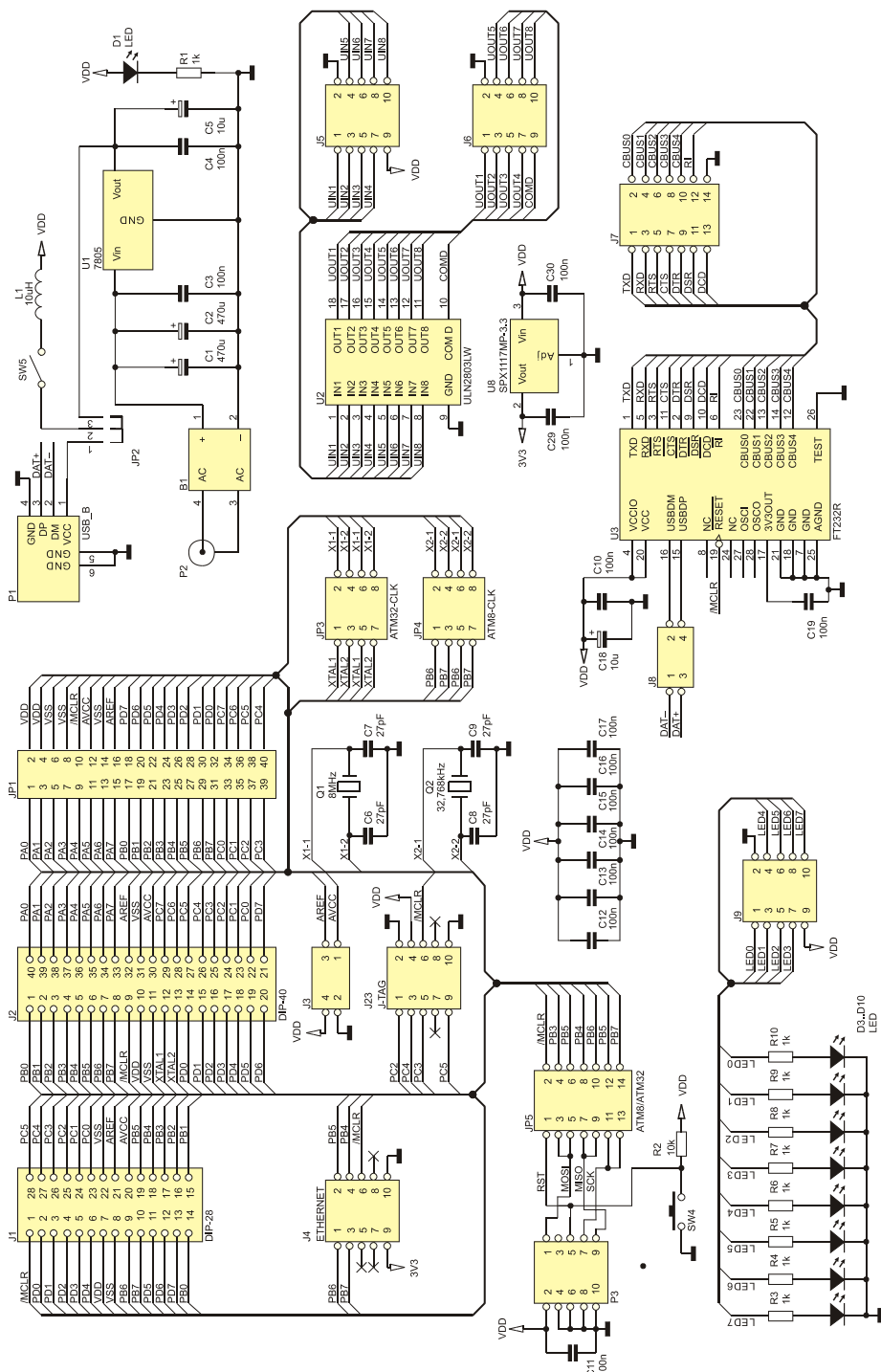
Właściwości

- płytki przystosowana do mikrokontrolerów AVR zasilanych napięciem 5 V w obudowach DIL o 28 (ATmega8/88/168) i 40 (ATmega16/32) wyprowadzeniach.
- złącza umożliwiające dowolne zestawianie połączeń
- układy peryferyjne: graficzny wyświetlacz LCD, tekstowy wyświetlacz LCD, MAX232, M41T00 (RTC), MCP3021 (A/C), MCP9701 (temp/C), wyświetlacze i diody LED, przyciski, buzzer, FT232R (UART/USB), 74HC595 (rejstry przesuwające), złącze modułu Ethernet.
- współpraca z dowolnym programatorem mikrokontrolerów AVR
- dwa sposoby zasilania płytki: z portu USB lub zewnętrznego zasilacza
- zasilanie z portu USB lub z zasilacza 7...12 VAC/DC

Opis układu

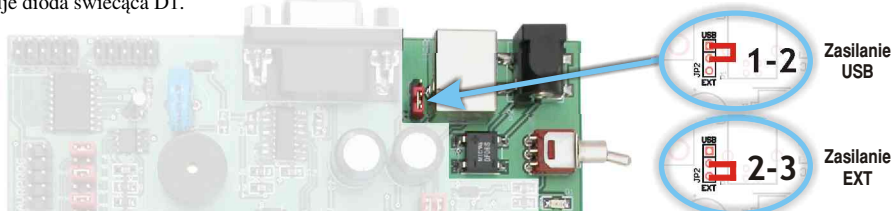
Zestaw ewaluacyjny przeznaczony do nauki programowania mikrokontrolerów AVR firmy Atmel. Umożliwia naukę w typowych etapach: od zaświecenia diody LED, do użycia wyświetlacza graficznego lub multipleksowanego LED oraz budowy nieskomplikowanego interfejsu użytkownika. Wybór języka programowania należy do użytkownika: może to być Bascom AVR, dowolny kompilator C i inne. Zestaw pozwala na zastosowanie różnych mikrokontrolerów, od niewielkich ATmega8 do mających większe zasoby ATmega32 lub ATmega64. Na płycie umieszczono dwie podstawki, a sam zestaw poddaje się łatwiej rekonfiguracji, jeśli z jakiś powodów nie pasują standardowe połączenia wykonane na płycie.

Płytki została wyposażona w najczęściej używane układy peryferyjne: zegar czasu rzeczywistego z podtrzymaniem baterijnym, driver portu szeregowego RS232, konwerter UART/USB, układ do sterowania przekaźnikami lub niewielkimi silniczkami ULN2003, podstawki dla wyświetlaczy LCD (graficznego i tekstowego), przetwornik A/C, termometr, rejestr przesuwający z wyjściami równoległymi i 4-cyfrowy, multipleksowany wyświetlacz LED. Dla układów, których nie zamontowano na płycie, przeznaczono złącza rozszerzeń rozmieszczone wzdłuż krawędzi płytki, dzięki którym można je łatwo dołączyć spoza płytki.

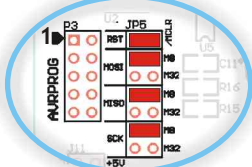


Rys. 1 Schemat płytki ewaluacyjnej: podstawki mikrokontrolerów i część peryferiów

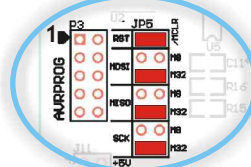
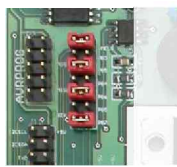
Płytkę ewaluacyjną może być zasilana z portu USB mikrokontrolera lub z zewnętrznego zasilacza (zalecane) dostarczającego napięcie 7...12 V AC lub DC. Do wyboru źródła zasilania służy zworka **JP2**: w pozycji 1-2 załącza ona zasilanie z USB, natomiast w 2-3 jest ono podawane z zewnętrznego zasilacza. Płytkę wyposażono w mostek prostowniczy (B1), kondensatory filtrujące oraz stabilizator napięcia 5 V, więc jako zasilacz może służyć też zwykły transformator napięcia sieci lub zasilacz niestabilizowany. W sytuacji, gdy zworka jest umieszczona w położeniu „zasilanie z USB”, to stabilizator jest omijany i zasilanie jest pobierane wprost z komputera PC. Załączenie napięcia sygnalizuje dioda świecąca D1.



Na płytce zamontowano podstawki pod układy mikrokontrolerów w obudowach DIP (DIL) do montażu przewlekane. W związku z różnymi rozkładami wyprowadzeń zastosowano podstawki do układów obudowach: 40- (ATmega16/32 i ATmega64) i 28-nóżkowych (ATmega8). Układy umieszczone w podstawkach są programowane z użyciem dowolnego programatora AVR ze złączem 10-stykowym (KANDA), dołączanego do złącza P3. Sygnały z niego są podawane przez zworki umieszczone na złączu JP5, które po pierwsze doprowadza sygnały do różnych wyprowadzeń obudów DIP28/DIP40 (ATmega8 – MCLR, PB3, PB4, PB5; ATmega32 – MCLR, PB5, PB6, PB7), a po drugie, po usunięciu zworek umożliwia dowolne ich dołączenie do programowanego układu.

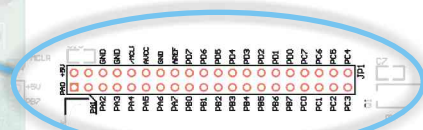


Programowanie mikrokontrolera Atmega8

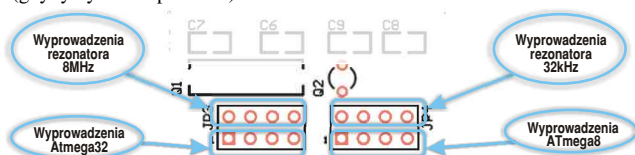


Programowanie mikrokontrolera ATmega32

Wszystkie sygnały z podstawek, w których są umieszczane mikrokontrolery, są dostępne na złączu JP1. Dzięki niemu można np. dołączyć mikrokontroler do zewnętrznego urządzenia lub płytki, albo podać sygnały programujące na dowolne jego doprowadzenia.



Na płytce umieszczono dwa rezonatory kwarcowe: o częstotliwości 4 MHz (Q1) oraz o częstotliwości „zegarkowej”, to jest 32768 Hz (Q2). Rezonatory są dołączane za pośrednictwem złącz JP3 (ATM32-CLK) i JP4 (ATM8-CLK), które pełnią podobną rolę, jak złącze programatora oraz umożliwiają taktowanie mikrokontrolera sygnałem z generatora zegarowego (gdymby była taka potrzeba).



Kwarc 8MHz dołączony do Atmega8



Kwarc 8MHz dołączony do Atmega32

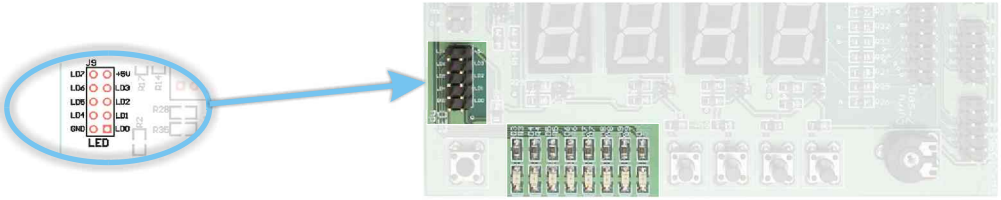
Płytkę umożliwia używanie mikrokontrolerów zasilanych napięciem +5 V. Zasilanie innym napięciem wymaga wymiany stabilizatora U1 oraz zasilania wyłącznie z zewnętrznego zasilacza (ponieważ zasilanie z USB jest niestabilizowane). Oprócz tego trzeba się liczyć z koniecznością wymiany rezystorów ograniczających prąd płynący przez diody i wyświetlaczach LED oraz układów 74HC595 na 74AHC595.

Schemat ideowy części „mikrokontrolerowej” płytki umieszczono na **rysunku 1**, natomiast „peryferyjnej” na **rysunku 2**.

Rys. 2 Schemat płytki ewaluacyjnej: peryferia

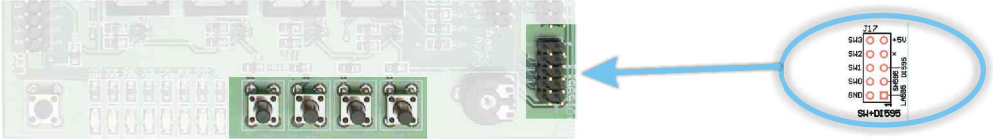
Diody LED

Większość początkujących w dziedzinie programowania mikrokontrolerów rozpoczyna naukę od prostego programu, którego zadaniem jest zaświecenie diod LED i zgaszenie diod LED. Na płytce umieszczono 8 takich diod (D3...D10) z rezystorami ograniczającymi ich prąd (R3...R10). Katody diod dołączono do potencjału masy, a anody są dostępne na złączu J9.



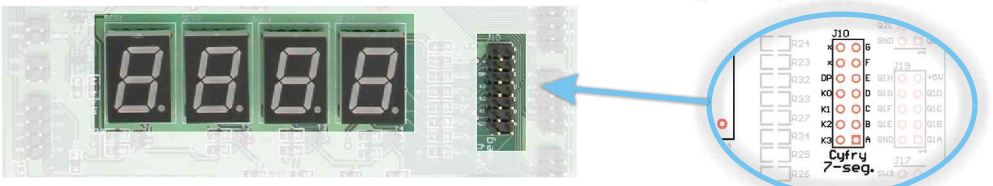
Przyciski

Dla potrzeb wykonania interfejsu użytkownika, wprowadzenia nastaw lub po prostu nauki obsługi przycisku, na płytce umieszczono 4 miniaturowe przyciski oznaczone jako SW0...SW3. Sygnały z przycisków są dostępne na złączu J9. Stanem aktywnym jest poziom „0”, natomiast bezczynności „1”.



Wyświetlacz LED

Na płytce włączono 4 cyfry LED (SEG1...SEG4), które mogą pracować z multipleksowaniem. Zastosowano wyświetlacz ze wspólną anodą. Rolę kluczy załączających zasilanie pełnią tranzystory T1...T4, natomiast katody są poprzez rezystory ograniczające prąd segmentów R23...R27, R32, R34 bezpośrednio doprowadzone do złącza. Zasilanie jest pobierane ze stabilizatora U1, który zasilą też resztę układów na płytce. Sygnały wyświetlacza są dostępne na złączu J10.



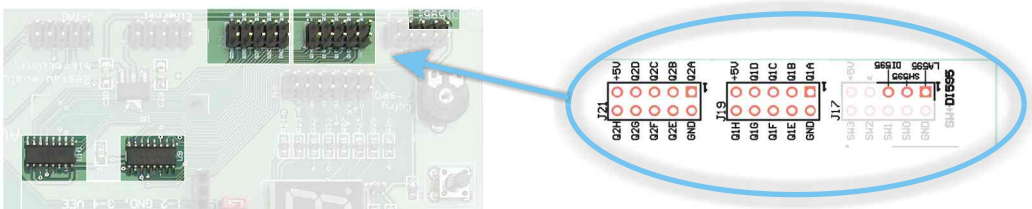
Rejestry przesuwające

Z myślą o sterowaniu wyświetlaczem multipleksowanym LED za pomocą 3 doprowadzeń mikrokontrolera na płytce umieszczono rejestry przesuwające 74HC595 (U9, U10). Mają one szeregowe wejście danych, wyjście umożliwiające dołączenie kolejnego układu w łańcuchu oraz wejścia zegara przesuwającego i sterującego wyjściowymi rejestrami typu zatrask. W tego typu zastosowaniach, jak sterowanie wyświetlaczem LED, wprost bezpieczne są wyjściowe zatraski – zapobiegają one migotaniu wyświetlacza wtedy, gdy do rejestrów jest wpisywana informacja. Układy na płytce są połączone szeregowo i wspólnie mają pojemność 16-bitów.

Sygnały wejściowe rejestrów są dostępne na złączu J17 i noszą nazwy:

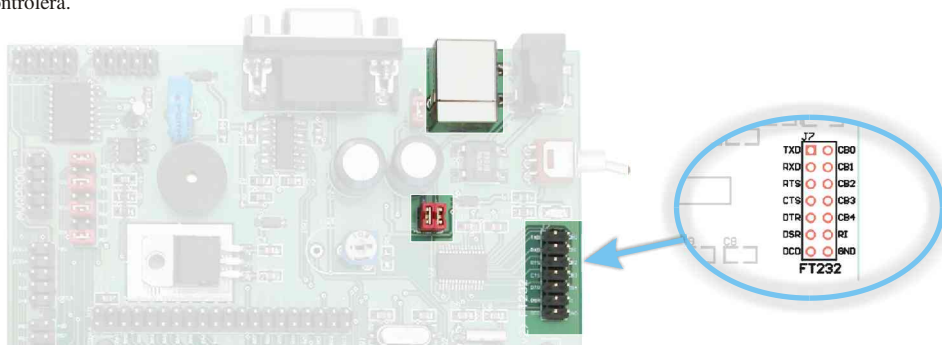
- LATCH595 (dopr. 1, sygnał zegarowy wyjściowych zatrasków),
- SHIFT595 (dopr. 3, sygnał zegarowy przesuwający),
- DI595 (dopr. 5, wejście danych).

Sygnały wyjściowe oznaczone jako Q1A...Q1H (U9) oraz Q2A...Q2H (U10) są dostępne na złączach, odpowiednio: J19, J21.



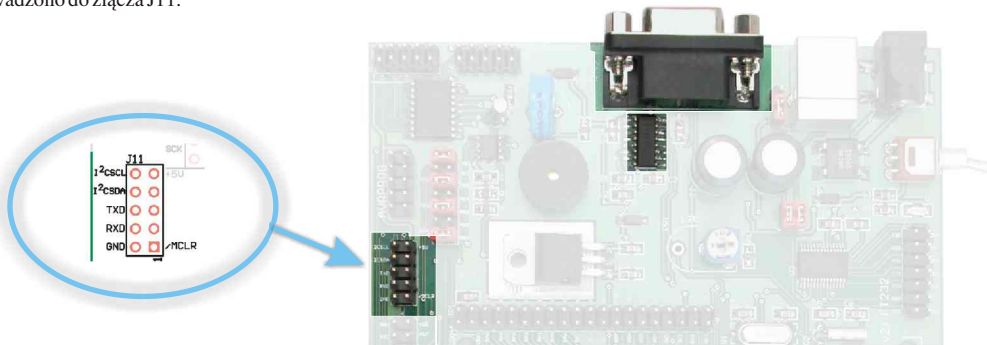
Konwerter UART/USB

Na płytce zamontowano popularny konwerter UART/USB typu FT232R. Sygnały z układu konwertera są dostępne na złączu J7, natomiast do złącza USB (P1) są one doprowadzone za pośrednictwem zworek złącza J8. Dzięki temu jest możliwe wykonanie programowej emulacji interfejsu USB opisanej np. w EP 8/2011 przy okazji projektu terminala AVR oraz w notach aplikacyjnych firmy Atmel. Wówczas można sygnały danych USB podać za pomocą przewodów wprost na doprowadzenia mikrokontrolera.



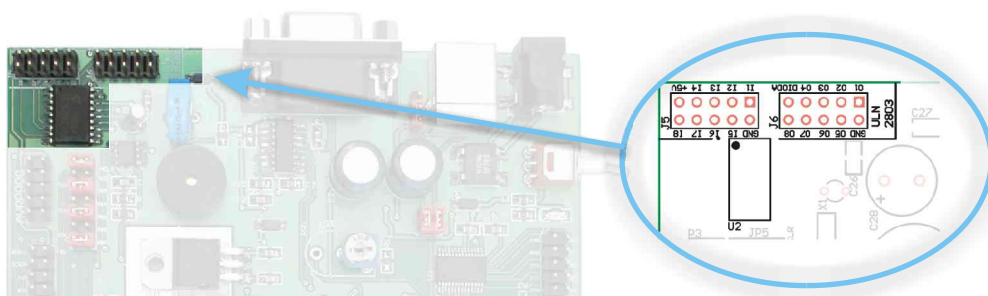
Konwerter UART/RS232

Mimo iż nowe urządzenia nie są wyposażane w interfejs RS232, to jednak stale w warsztacie niejednego elektronika można znaleźć przyrządy, terminale i inne urządzenia, które są w niego wyposażone. Dlatego też na płytce zamontowano popularny układ konwertera MAX232 (U4) oraz złącze DSUB9F (żeńskie). Umożliwia to wykonania np. aplikacji sterującej modemem lub komunikującej się ze starszym modelem komputera PC. Wykorzystano pojedynczy kanał MAX, a jego sygnały RXD i TXD doprowadzono do złącza J11.



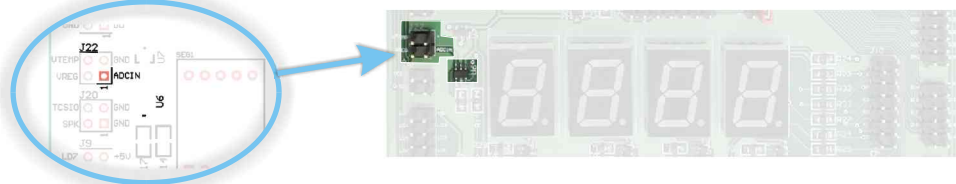
Driver ULN2003A

Na płytce nie ma żadnych elektromechanicznych układów wykonawczych, takich jak przekaźniki, silniki lub innego rodzaju napędy. Do ich sterowania wyposażono ją jednak w układ drivera ULN2003A (U2). Za jego pośrednictwem można sterować obciążeniami wymagającymi prądu zasilania do 0,5 A i zasilanych ze znacznie wyższego napięcia, niż układy zamontowane na płytce. Sygnały wejściowe drivera UIN1...UIN8 są dostępne na złączu J5, natomiast wyjściowe UOUT1...UOUT8 na złączu J6.



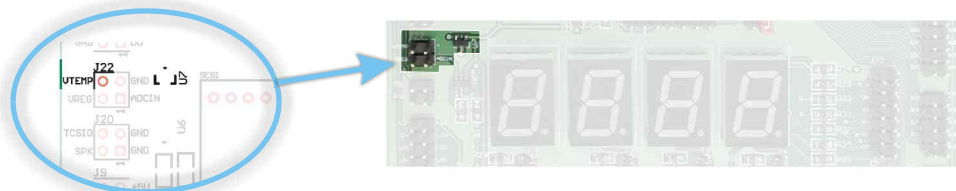
Przetwornik A/C

Układ MCP3021 jest miniaturowym przetwornikiem A/C o rozdzielczości 10-bitów, z wyjściem szeregowym, kompatybilnym z I²C. Układ jest dostępny w obudowie SOT-23A, a więc ma wymiary pojedynczego tranzystora SMD. Mimo iż mikrokontrolery AVR mają wbudowane wielowejściowe przetworniki A/C, to przewidziano miejsce dla opcjonalnego układu MCP3021, który nosi oznaczenie U6. Jego sygnały wyjściowe są dostępne na złączu J22, na które też doprowadzono sygnały z termometru analogowego oraz potencjometru.



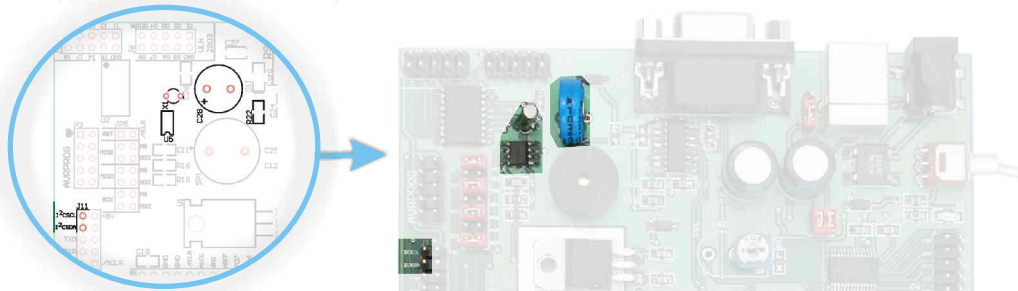
Termometr analogowy

Na płytce ewaluacyjnej, pod oznaczeniem U7 kryje się analogowy przetwornik temperatury na napięcie LM50 lub podobny. Może on mierzyć temperaturę w zakresie $-40...+125^{\circ}\text{C}$. Jego napięcie wyjściowe zmienia się o $19,5\text{ mV}/^{\circ}\text{C}$. Typowy pobór prądu w przedziale temperatury $0...70^{\circ}\text{C}$ wynosi zaledwie 6 mA . Sygnał wyjściowy termometru jest dostępny na złączu J22 i może być mierzony za pomocą przetwornika U6 lub wbudowanego w mikrokontroler.



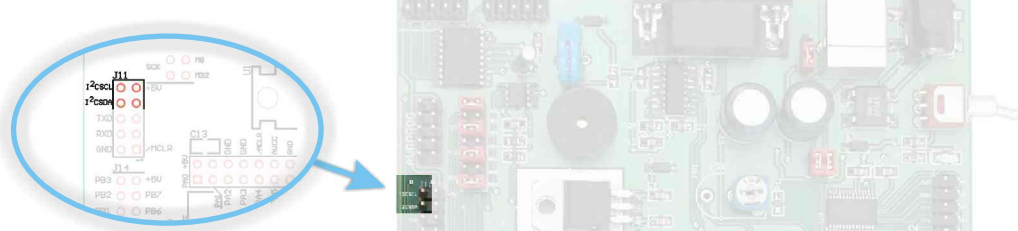
Zegar RTC z podtrzymaniem

Jedną z ciekawszych aplikacji, bardzo chętnie wykonywaną na początku nauki programowania, jest zegar cyfrowy. Aby umożliwić w prosty sposób napisanie takiego właśnie programu, na płytce zamontowano nowoczesny układ zegara RTC taktowany za pomocą sygnału wytwarzanego na bazie kwarcu zegarkowego X1, z interfejsem kompatybilnym z I²C i podtrzymaniem bateryjnym za pomocą kondensatora C28 o bardzo dużej pojemności wynoszącej $0,47\text{ F}$. Kondensator jest ładowany poprzez rezystor R22 i rozładowywany podczas zaniku napięcia zasilania.



Magidtrala I2C

Sygnały magistrali I²C są dostępne na złączu J11

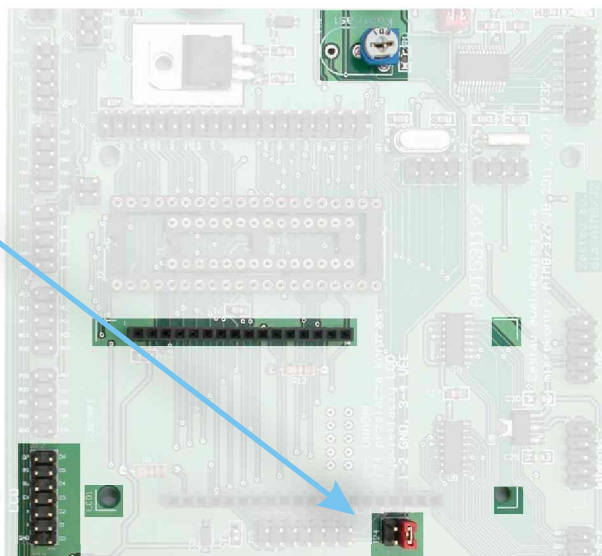
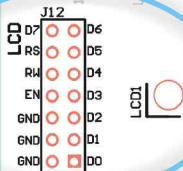


Złącza wyświetlaczy LCD

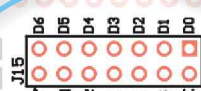
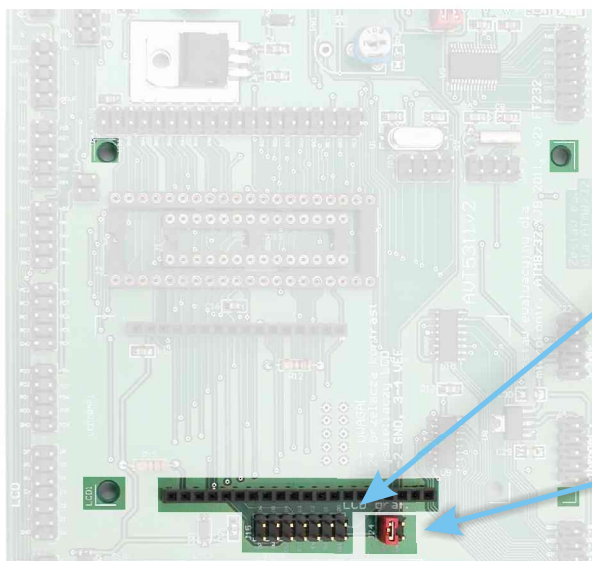
Do płytki można dołączyć typowy, alfanumeryczny wyświetlacz LCD zasilany napięciem 5 V. Służy do tego złącze LCD1, w którym można umieścić wyświetlacz za pomocą goldpinów. Sygnały wyświetlacza alfanumerycznego są dostępne na złączu J12. Doprowadzonego do niego wszystkie linie danych oraz kontrolne, a więc wyświetlaczem można sterować zarówno w trybie interfejsu 4-bitowego, jak i 8-bitowego. Rezystor R12 ogranicza prąd podświetlenia tła.



Zwórka dla wyświetlacza LCD



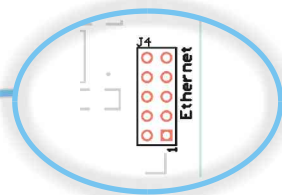
Do bardziej zaawansowanych aplikacji przewidziano użycie wyświetlacza graficznego, zasilanego pojedynczym napięciem +5 V, dołączanego do złącza LCDGRAF1. Również wyświetlacz graficzny jest dołączany za pomocą goldpinów. Sygnały danych i kontrolne wyświetlacza są dostępne do doprowadzeniach złącza J15. Rezystor R13 służy do ograniczenia prądu podświetlenia tła. Za pomocą zworek zakładanych na złącze J24 można wybrać, skąd będzie podawane napięcie kontrastu dla wyświetlacza graficznego. Jeśli będzie potrzebne napięcie ujemne, to do jego generowania można wykorzystać układ drivera RS232 (napięcie pobiera się z wyjścia dowolnego drivera po zwarceniu jego wejścia do wysokiego poziomu logicznego; ma ono wartość około -5 V DC).



Zwórka dla wyświetlacza GRAFICZNEGO

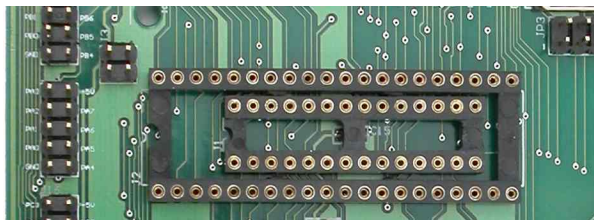
Złącze modułu Ethernet

Do płytki można dołączyć moduł Ethernet. Do jego zasilania służy stabilizator SPX1117-3.3 (U8), natomiast sygnały doprowadza się do złącza J4. Na złączu wyprowadzone są sygnały interfejsu SPI mikrokontrolera Atmega32 (MOSI, MISO, SCK, SS).



Montaż i uruchomienie

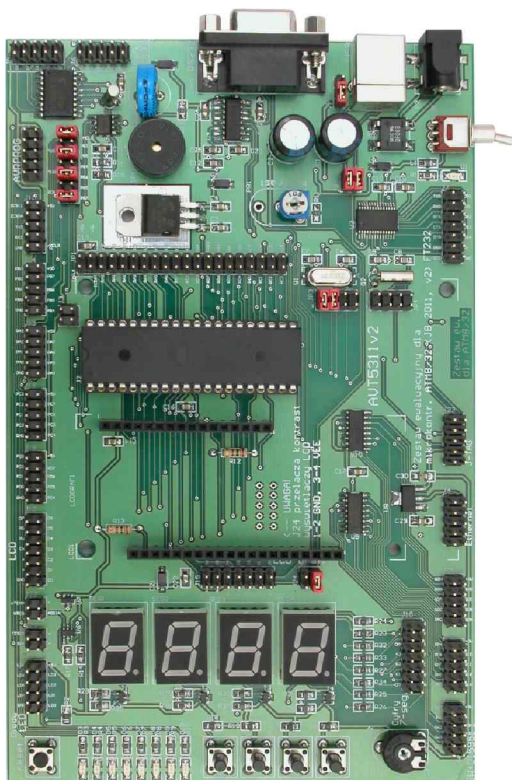
Dla zestawu zaprojektowano i wykonano płytkę dwustronną z metalizacją otworów. Jej schemat montażowy pokazano na **rysunku 3a**, oraz **3b**. Wykorzystano elementy do montażu przewlekane i SMD. Większość kondensatorów i rezystorów ma obudowy 0805. Mimo tego montaż płytki nie jest trudny. Jedynie przyłutowanie układu konwertera UART/USB FT232R (U3) może być kłopotliwe ze względu na mały odstęp pomiędzy nóżkami układu (0,65 mm). W przyłutowaniu układu w takiej obudowie bardzo pomocne są topnik i plecionka. Topnik umożliwia rozpląnięcie się cyny i uniknięcie zwarcia pomiędzy nóżkami układu, natomiast plecionka jest pomocna do odprowadzania jej nadmiaru. Obudowy tranzystorów, układów przetwornika A/C (SOT23) oraz termometru (SC70) są bardzo małe – do ich przytrzymania przyda się pęseta. Dla własnej wygody warto zachować kolejność montażu od elementów najniższych (rezystory i kondensatory SMD) do najwyższych, to jest złącz goldpin, DSUB9 itp.



Jako podstawek układów scalonych warto użyć tzw. podstawek precyzyjnych. Zwykle są one lepszej jakości i dzięki temu będą dłużej służyły. Przed montażem podstawki 40-nóżkowej (J4) należy ostrym nożykiem wyciąć wewnętrzne rozprávki, ponieważ na płytce wewnątrz niej będzie umieszczona podstawa 28-nóżkowa J2.



Sposób dołączenia rezonatora 8MHz do mikrokontrolera ATmega8



(RESET) PC6	1	28	PC5 (ADC5/SCL)
(RXD) PD0	2	27	PC4 (ADC4/SDA)
(TXD) PD1	3	26	PC3 (ADC3)
(INT0) PD2	4	25	PC2 (ADC2)
(INT1) PD3	5	24	PC1 (ADC1)
(XCK/T0) PD4	6	23	PC0 (ADC0)
VCC	7	22	GND
GND	8	21	AREF
(XTAL1/TOSC1) PB6	9	20	AVCC
(XTAL2/TOSC2) PB7	10	19	PB5 (SCK)
(T1) PD5	11	18	PB4 (MISO)
(AIN0) PD6	12	17	PB3 (MOSI/OC2)
(AIN1) PD7	13	16	PB2 (SS/OC1B)
(ICP1) PB0	14	15	PB1 (OC1A)

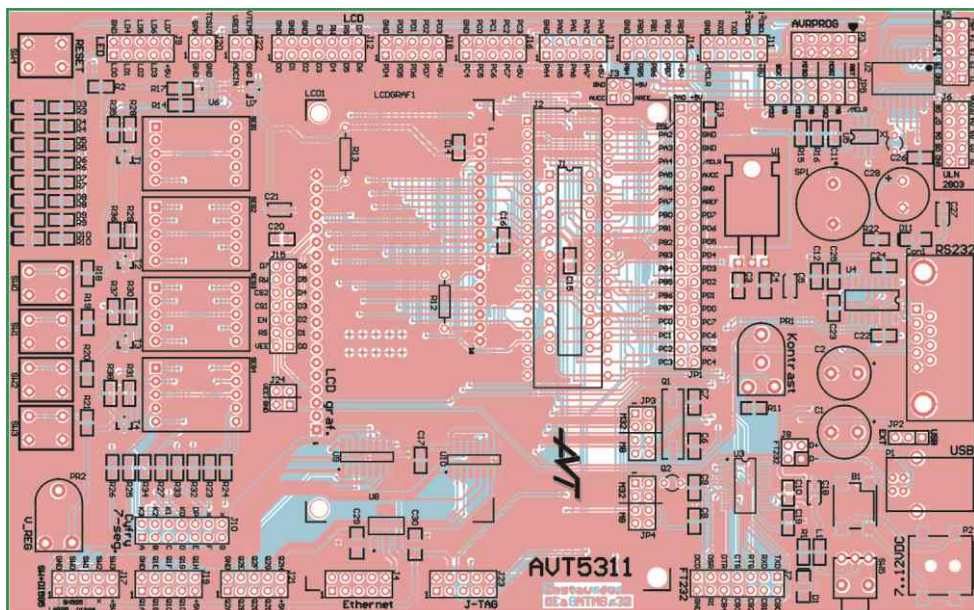
DIL28

Opis i funkcje portów dla ATmega8 i podobnych

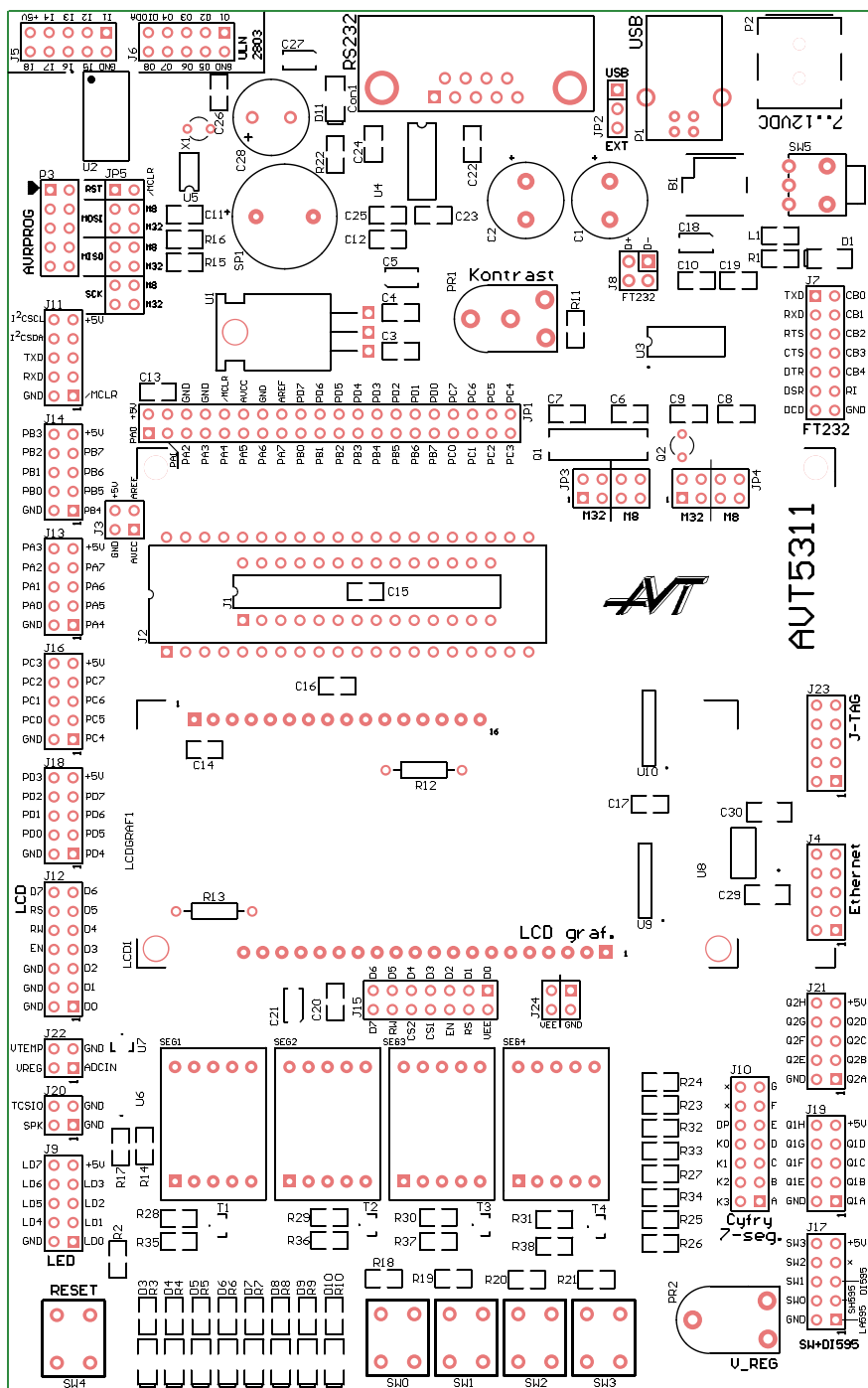
(XCK/T0) PB0	1	40	PA0 (ADC0)
(T1) PB1	2	39	PA1 (ADC1)
(INT2/AIN0) PB2	3	38	PA2 (ADC2)
(OC0/AIN1) PB3	4	37	PA3 (ADC3)
(SS) PB4	5	36	PA4 (ADC4)
(MOSI) PB5	6	35	PA5 (ADC5)
(MISO) PB6	7	34	PA6 (ADC6)
(SCK) PB7	8	33	PA7 (ADC7)
RESET	9	32	AREF
VCC	10	31	GND
GND	11	30	AVCC
XTAL2	12	29	PC7 (TOSC2)
XTAL1	13	28	PC6 (TOSC1)
(RXD) PD0	14	27	PC5 (TDI)
(TXD) PD1	15	26	PC4 (TDO)
(INT0) PD2	16	25	PC3 (TMS)
(INT1) PD3	17	24	PC2 (TCK)
(OC1B) PD4	18	23	PC1 (SDA)
(OC1A) PD5	19	22	PC0 (SCL)
(ICP1) PD6	20	21	PD7 (OC2)

DIL40

Opis i funkcje portów dla ATmega32 i podobnych



Rys. 3a Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej



Rys. 3b Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej

Wykaz elementów

Rezystory (SMD, 0805)

R1, R3...R10, R14, R22:	1 kW
R2, R18...R21:	10 kW
R11:	100 W
R12, R13:	100 W
(przewlekany, dobrać zależnie od podświetlenia LCD)	
R15, R16:	4,7 kW
R17:	47 kW
R23...R27, R32...R34:	680 W
R28...R31, R35...R38:	2,2 kW
PR1, PR2:	10 kW (potencjometr mont.)

Kondensatory:

C1, C2:	470 nF/25 V (elektrolit.)
C3, C4, C10...C20, C26:	100 nF (SMD, 0805)
C5, C18, C21, C27:	10 nF/16 V (SMD, B)
C6...C9:	27 pF (SMD, 0805)
C22...C25:	1 nF/16 V (SMD, 0805)
C28:	0,47 F/5,5 V

Półprzewodniki:

B1:	DF06S mostek prostowniczy
D1...D10:	LED (SMD, 1206)
T1...T4:	BC857 (SOT23)
U1:	7805 (TO220)
U2:	ULN2803 (SOL18)
U3:	FT232R (SOIC28)
U4:	MAX232ACPE (SO16)
U5:	M41T00 (SO8)
U6:	MCP3021 (SOT23/5)
U7:	LM50 (MCP9701) (SC70)
U9, U10:	74HC595AD (SO16)
SEG1...SEG4:	SA52-11SRWA lub podobne

Inne:

CON1:	DSUB9F (kątowe, do druku)
J1:	DIP18 (podstawka precyzyjna)
J2:	DIP20 (podstawka precyzyjna)
J3:	DIP28 (podstawka precyzyjna)
J4:	DIP40 (podstawka precyzyjna)
JP1, JP3...JP5, J5...JP22:	dwurzędowe listwy goldpin
JP2:	goldpin 1×3
L1:	100 nH (SMD, dławik)
P1:	gniazdo USB
P2:	gniazdo zasilania SMD 5,5/2,1 mm
P3:	goldpin kątowy 1×6
Q1:	4 MHz
Q2, X1:	32768 Hz
SP1:	głośnik piezoelektryczny
SW0...SW4:	mikroprzycisk
SW5:	włącznik kątowy do druku
Zworki	

Zestaw powstał na podstawie projektu o tym samym tytule opublikowanego w Elektronice Praktycznej 09/11

**ELEKTRONIKA
PRAKTYCZNA**

Oferta zestawów do samodzielnego montażu dostępna jest na stronie internetowej www.sklep.avt.pl



tel.: (22) 257-84-50
fax: (22) 257-84-55

Producent:

AVT-Korporacja sp. z o.o.
ul. Leszczyńska 11
03-197 Warszawa

Dział pomocy technicznej:

tel.: (22) 257-84-58
serwis@avt.pl