

# ENC28J60-DIPMOD

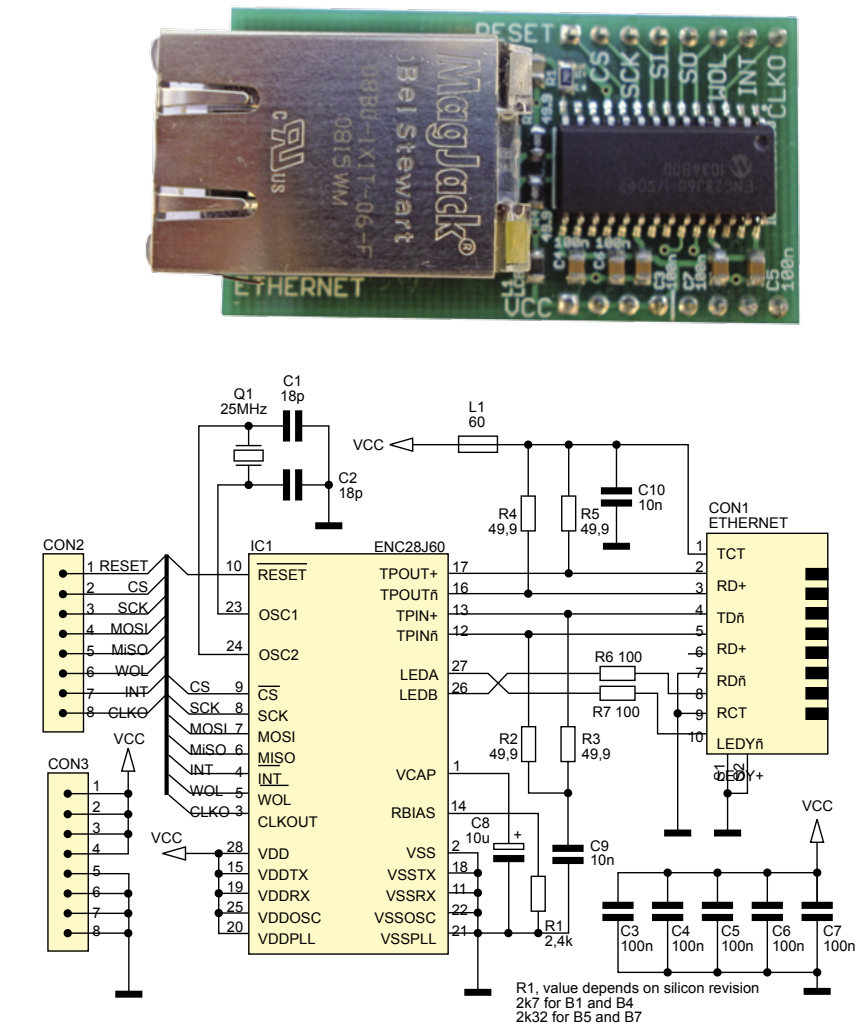
## „Breakout board” z układem ENC28J60

Inspiracją do zaprojektowania i wykonania prezentowanego układu był kit AVT-1528 (Interfejs internetowy z ENC28J60) oraz oczywiście chęć poznania i wykorzystania sieci Ethernet jako medium transmisyjnego dla mikrokontrolera. Projekt nie jest innowacyjny sam w sobie, gdyż w Internecie można znaleźć multum przykładowych aplikacji układu ENC28J60 (Microchip). W tym przypadku chodziło raczej o budowę układu pozwalającego na eksperymentowanie w przyjaznym środowisku, tj. przygotowanie małego modułu, dającego się „wetknąć” w płytke stykową (ang. bread board) lub ewentualnie wbudować w inne urządzenie.

**Rekomendacje:** doskonały projekt do nauki technik komunikowania się oraz testowania rozwiązań.

Schemat ideowy modułu pokazano na **rysunku 1**. Najważniejszym elementem jest układ scalony IC1 będący kontrolerem Ethernet (10BASE-T) z interfejsem SPI. Układ IC1 do poprawnej pracy wymaga taktowania sygnałem o częstotliwości 25 MHz, który jest zapewniony przez rezonator kwarcowy Q1 w połączeniu z kondensatorami C1 i C2. Użyty rezonator powinien być dobrej jakości, zaś częstotliwość 25 MHz powinna być jego częstotliwością podstawową.

W układzie wykorzystane zostało gniazdo Ethernet (CON1) ze zintegrowanym transformatorem, co znacznie zmniejsza powierzchnię zajmowaną na płytce. Dławik L1 (koralik przeciwzakłóceńowy), rezystory R2...R5, kondensatory C9 i C10, to elementy terminujące/dopasowujące transformatora. Rezystory R6 i R7 ograniczają prąd płynący przez diody LED wbudowane w gniazdo, a wykorzystywane do sygnalizowania stanu połączenia sieciowego. Rezystor R1 jest wymagany do prawidłowej pracy części analogowej kontrolera i w wypadku „krzemu” w wersji B1 lub B4 jego wartość powinna wynosić 2,7 k $\Omega$ , natomiast w wypadku wersji B5 lub B7 – 2,32 k $\Omega$ . Zaproponowaną na schemacie wartość 2,4 k $\Omega$  wybrano ze wzglę-



Rysunek 1. Schemat ideowy układu ENC28J60-DIPMOD

du na większą popularność układu w wersjach B5 lub B7 oraz małą popularność rezystorów 2,32 k $\Omega$  (nie stwierdzono wadliwego działania układu przy wartości 2,4 k $\Omega$ ). Kondensator C8 jest wykorzystywany w obwodzie wewnętrznego stabilizatora 2,5 V, zaś kondensatory C3...C7 filtrują napięcie zasilające kontroler.

Ostatnimi elementami wymagającymi komentarza są złącza CON2 oraz CON3 typu goldpin. Na złącze CON2 wyprowadzone zostały wszystkie sygnały sterujące kontrolera, tj. reset (RESET), interfejs SPI (CS, SCK, MOSI, MISO), przerwanie (INT), przerwanie *Wake-up On Lan* (WOL) oraz wyjście sygnału zegarowego (CLKO). Złącze CON3 służy do zasilania modułu. Rozstaw złączy na płytce drukowanej wynosi 22,86 mm (9×2,54 mm), co pozwala na jej łatwe umieszczenie na płytce stykowej.

Układ należy zasilic napięciem 3,3 V, ale warto wiedzieć, że wejścia będą poprawnie pracowały również przy napięciu 5 V. Jest to ce-

cha często niedostrzegana przez konstruktorów urządzeń bazujących na omawianym układzie i np. mikrokontrolerze AVR. Mianowicie, w celu dopasowania poziomów logicznych, napięcie zasilające mikrokontroler zostaje obniżone do 3,3 V przy niezmienionej częstotliwości taktowania (np. 16 MHz), która jest wtedy zbyt wysoka. A wystarczy jedynie zasilac mikrokontroler napięciem 5 V, zaś układ kontrolera Ethernet 3,3 V, aby spełnic wszystkie warunki wynikające z charakterystyk tych układów.

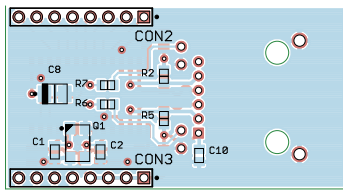
### Montaż

Na **rysunku 2** pokazano schemat montażowy układu. Montaż najwygodniej rozpocząć od elementów SMD, pozostawiając elementy przewlekane (w tym wypadku złącza CON1..CON3) na sam koniec. W pierwszej kolejności warto zmontować stronę górną, zaczynając od układu kontrolera IC1. Układ ten można przylutować na co najmniej kilka sposobów – w prototy-

pie układ został przylutowany w ten sposób, że po ustaleniu jego pozycji, przylutowanych zostało kilka wyprowadzeń po przeciwnych stronach obudowy, potem pozostałe, bez zwracania uwagi na zwarcia wywołane zlewającą się cyną, której nadmiar został zebrany plecionką. Wszystkiemu towarzyszyła spora ilość topnika.

Następnie zamontowane zostały pozostałe elementy SMD strony górnej i dolnej, przy czym nieco uwagi wymaga Q1, gdyż jego obudowa nie jest przyjazna i zasłania pola lutownicze. W tym przypadku należy ocynować jedno z pól i przylutować do niego jedno z wyprowadzeń Q1. Następnie zaaplikować sporą ilość topnika i przylutować pozostałe wyprowadzenia. Należy przy tym zwracać uwagę, aby nie przegrzewać tego elementu, gdyż może to prowadzić do odlutowania się już przylutowanych wyprowadzeń.

Jako ostatnie przylutowane zostały złącza. Złącze CON1 należy zamontować tradycyjnie od strony górnej, zaś złącza CON2 i CON3 od strony dolnej, zgodnie z poniższą instrukcją. Na początku należy delikatnie (bez wciskania) umieścić płytkę w płytce stykowej, wyrównać złącza i przylutować po dwa przeciwległe wyprowadzenia. Następnie wyjąć płytkę i solidnie przylutować pozostałe wyprowadzenia. Czynność tę warto wykonać bardzo starannie, co zaoszczędzi późniejszych problemów z umieszczaniem płytki w płytce stykowej oraz wyłamywaniem się wyprowadzeń.



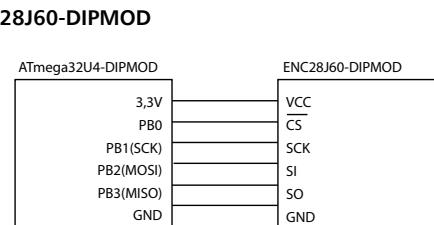
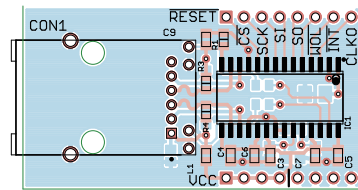
Rysunek 2. Schemat montażowy układu ENC28J60-DIPMOD

**Uruchomienie**

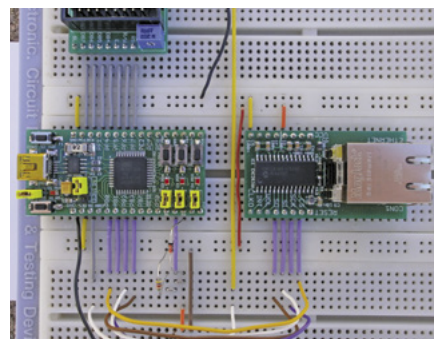
Trudno mówić o uruchomieniu układu bez przyłączenia go do systemu nadrzędnego, wyposażonego w odpowiednie oprogramowanie. W zasadzie, bez oprogramowania można sprawdzić, czy moduł został poprawnie zmontowany, zwyczajnie poprzez podłączenie go do sieci lokalnej. Jeśli połączenie w warstwie łącza danych zostało poprawnie zestawione, lewa dioda gniazda Ethernet będzie świecić. Jednak dużo ciekawszym sposobem na uruchomienie i przetestowanie modułu jest uruchomienie serwera WWW opartego na omawianym module oraz mikrokontrolerze. W tym celu można posłużyć się np. prezentowaną w bieżącym wydaniu EP płytką ATmega32U4-DIPMOD oraz oprogramowaniem pochodzącym ze strony <http://code.google.com/p/uhttpd-avr/>.

Na **rysunku 3** pokazano schemat połączenia modułów ATmega32U4-DIPMOD i ENC28J60-DIPMOD, zaś na **fotografii 4** wygląd układu zbudowanego na płytce stykowej. Całość zasilana jest z portu USB komputera, do którego dołączony jest moduł ATmega32U4-DIPMOD. Oprogramowanie *uhttpd-avr* wybrane zostało ze względu na minimalną ilość zmian, które należy wprowadzić w celu jego uruchomienia. W artykule wykorzystana została wersja o oznaczeniu *uhttpd-avr-2009-07-09*.

Po pierwsze należy poinformować kompilator o prędkości taktowania mikrokontrolera modułu ATmega32U4-DIPMOD, co należy uczynić poprzez ustawienie zmiennych `F_CPU` oraz `F_CLOCK` w pliku *Makefile*. W przypadku autora był to `avr8-gnu-toolchain-3.4.1.798`. Jeśli kompilacja kończy się niepowodzeniem z błędem *error: unknown type name 'prog\_char'*, należy zmodyfikować plik *Makefile* i do zmiennej `CFLAGS` dopisać `-Wno-deprecated-declarations -D_PROG_TYPES_COMPAT_`. Dodatkowo, kompilator może wymusić, aby wszystkie wystąpienia nazwy typu `prog_char` poprzedzić kwalifikatorem `const` (źródła zmodyfikowane w opisany sposób dostępne są w materiałach dodatkowych do artykułu). Zmiany te wymagane są w przypadku nowszych kompilatorów, z których usunięty został typ `prog_char`. Tak zmodyfikowanym programem (plik *uhttpd-avr.hex*) należy zaprogramować mikrokontroler i można podejmować pierwsze próby łączenia się z modulem, który standardowo będzie dostępny pod adresem `http://10.0.2.20/` z maską sieci `255.255.255.0` (autor *uhttpd-avr* omyłkowo



Rysunek 3. Schemat połączenia modułów ATmega32U4-DIPMOD i ENC28J60-DIPMOD



Fotografia 4. Wygląd modułów ATmega32U4-DIPMOD i ENC28J60-DIPMOD na płytce stykowej

podaje na stronie adres `http://192.168.0.2/`). Jeśli wszystko przebiegło prawidłowo, w przeglądarce powinniśmy ujrzeć stronę jak na **rysunku 5**. Prezentowana aplikacja nie ma możliwości odczytu, czy zmiany stanu wyjść mikrokontrolera, jednak jest dobrą bazą do własnych eksperymentów w tym zakresie.

**Podsumowanie**

Liczbę aplikacji zaprezentowanego modułu można mnożyć przez ilość projektowanych urządzeń, które chcemy przyłączyć do sieci Ethernet. Jego przydatność zwiększa fakt, że moduł daje się umieścić bezpośrednio w docelowym urządzeniu, jaki i na płytce stykowej, zaś w Internecie można znaleźć niezliczoną ilość przykładowych aplikacji układu ENC28J60. Na zakończenie mała przestroga: programowanie układu kontrolera warto rozpocząć od zapoznania się z jego notą katalogową, **poprzedzoną** lekturą erraty „ENC28J60 Silicon Errata”.

Andrzej Telszewski  
atelszewski@gmail.com



Rysunek 5. Strona powitalna serwera uhttpd-avr

**W ofercie AVT\***  
AVT-5478 A, AVT-5478 B, AVT-5478 C

Podstawowe informacje:

- Napięcie zasilania: 3,3 V.
- Układ ENC28J60.
- Złącza goldpin, gniazdo RJ45.
- Pasuje do płytek stykowych.

Dodatkowe materiały na FTP:  
<ftp://ep.com.pl>, user: 43061, pass: 3apmy741

- wzory płytek PCB

\* Uwaga:  
Zestawy AVT mogą występować w następujących wersjach:  
AVT xxxx UK to zaprogramowany układ. Tylko i wyłącznie. Bez elementów dodatkowych.  
AVT xxxx A płytka drukowana PCB (lub płytki drukowane, jeśli w opisie wyraźnie zaznaczono), bez elementów dodatkowych.  
AVT xxxx A+ płytka drukowana i zaprogramowany układ (czyli połączenie wersji A i wersji UK) bez elementów dodatkowych.  
AVT xxxx B płytka drukowana (lub płytki) oraz komplet elementów wymieniony w załączniku pdf  
AVT xxxx C to nic innego jak zmontowany zestaw B, czyli elementy wlutowane w PCB. Należy mieć na uwadze, że o ile nie zaznaczono wyraźnie w opisie, zestaw ten nie ma obudowy ani elementów dodatkowych, które nie zostały wymienione w załączniku pdf  
AVT xxxx CD oprogramowanie (nieczęsto spotykana wersja, lecz jeśli występuje, to niezbędne oprogramowanie można ściągnąć, klikając w link umieszczony w opisie kitu)  
Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik pdf! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz! (UK, A, A+, B lub C). <http://sklep.avt.pl>

**Wykaz elementów**

**Rezystory:**  
R1: 2,4 kΩ  
R2...R5: 49,9 Ω  
R6, R7: 100 Ω

**Kondensatory:**  
C1, C2: 18 pF  
C3...C7: 100 nF  
C8: 10 μF  
C9, C10: 10 nF

**Półprzewodniki:**  
IC1: ENC28J60

**Inne:**  
CON1: gniazdo RJ45 z transformatorem  
CON2, CON3: goldpin 1×8