

# Ethernet w FPGA

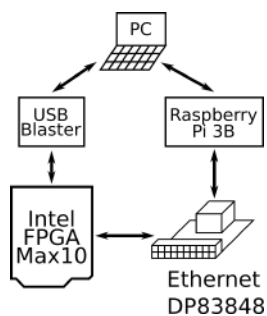
Sieć Ethernet stanowi obecnie jeden z najbardziej popularnych sposobów przesyłania danych. W tym artykule przyjrzymy się połączeniu pomiędzy warstwą fizyczną a warstwą łącza danych, wykorzystując do eksperymentów układ FPGA. Najpierw za pomocą wbudowanego w środowisko programistyczne analizatora stanów logicznych zaobserwujemy przebiegi na magistrali RMI, a następnie, korzystając z wcześniejszych obserwacji, zaimplementujemy własną obsługę połączenia z prędkością 100 Mb/s.

## UKŁAD EKSPERYMENTALNY

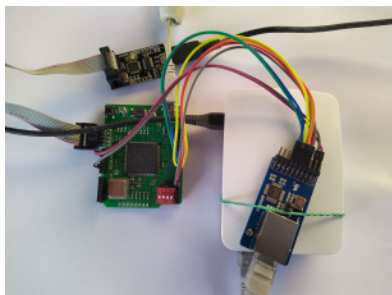
Zanim przejdziemy do przeprowadzania doświadczeń, musimy złożyć nasz zestaw eksperymentalny. Składa się on z kilku elementów:

- » Komputer PC – stąd będziemy zarządzać całością.
- » Programator USB Blaster – pozwoli nam na programowanie i debugowanie układu FPGA.
- » Rysino – płytki prototypowa z układem FPGA Max10 firmy Intel [1].
- » Ethernet DP83848 – warstwa fizyczna sieci Ethernet [2].
- » Raspberry Pi 3B+ – tu będziemy generować i odbierać testowe pakiety.

Uproszczony schemat znajdziemy na Rysunku 1, a jego fotografię na Rysunku 2.



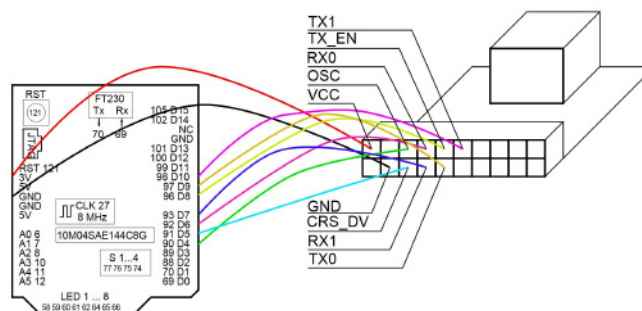
Rysunek 1. Schemat układu eksperymentalnego



Rysunek 2. Fotografia przedstawiająca układ eksperymentalny

Musimy jeszcze dokładniej przyrzeć się połączeniu pomiędzy Ethernet Phy a układem FPGA. Korzystamy tu z połączenia nazwanego RMI (Reduced Media-Independent Interface – z ang. zredukowany

interfejs niezależny od medium) [3]. Składa się on z siedmiu linii, których opis widzimy na Rysunku 3. Sposób połączenia został także podany w Tabeli 1.



Rysunek 3. Sposób połączenia Ethernet Phy do układu FPGA

Pin FPGA	Pin Rysino	RMI
98	D10	TxD_1
97	D9	TxD_0
96	D8	TxEN
93	D7	RxD_1
92	D6	RxD_0
91	D5	CRS_DV
90	D4	OSC

Tabela 1. Lista połączeń pomiędzy FPGA a Ethernet Phy

Ostatnim elementem przygotowań jest instalacja oprogramowania. Na komputerze PC potrzebować będziemy środowiska Quartus 2. Przy tworzeniu artykułu korzystałem z wersji 18.1 – można ją pobrać ze strony producenta. Wymagana jest rejestracja na stronie [4]. Później możemy rozpocząć pobieranie z [5]. Poza samym środowiskiem musimy także pobrać wsparcie dla rodziny Max 10 (*Max 10 FPGA device support*). Warto także ściągnąć (z tej samej strony) program ModelSim, który wykorzystamy do przeprowadzenia symulacji przygotowywanych projektów.

Na komputerze Raspberry Pi zainstalowany jest system operacyjny Raspbian. Potrzebny nam on jest jedynie do odbierania i generowania pakietów Ethernet. Dlatego instalujemy na nim Scapy [6]. Raspberry Pi zostało wykorzystane jedynie dlatego, że biblioteka ta źle współpracuje z systemem Windows. Jeżeli komputer PC pracuje