
Przedmowa	7
1. Podstawy	11
1.1. Mikrokontroler STM32F107	12
1.2. Struktura przykładów	13
1.3. Przykład 1a – miganie diodami świecącymi	15
1.3.1. Plik <i>ex_led.c</i>	16
1.3.2. Pliki <i>util_delay.h</i> i <i>util_delay.c</i>	17
1.3.3. Pliki <i>board_led.h</i> i <i>board_led.c</i>	17
1.3.4. Pliki <i>stm32f10x_gpio.h</i> i <i>stm32f10x_rcc.h</i>	18
1.3.5. Pliki <i>stm32f10x.h</i> , <i>system_stm32f10x.h</i> i <i>core_cm3.h</i>	19
1.3.6. Plik <i>libstm32f10x.a</i>	19
1.3.7. Plik <i>stm32f10_conf.h</i>	20
1.3.8. Pliki <i>board_def.h</i> i <i>board_defs.h</i>	21
1.3.9. Plik <i>stdint.h</i>	22
1.3.10. Plik <i>startup_stm32_cld.c</i>	22
1.4. Kompilowanie przykładów	23
1.5. Wejścia i wyjścia binarne	26
1.6. Wyświetlacz ciekłokrystaliczny	30
1.7. Przykład 1b – test wyświetlacza ciekłokrystalicznego	33
1.7.1. Pliki <i>board_lcd.h</i> i <i>board_lcd_ks0108.c</i>	34
1.7.2. Pliki <i>font5x8.h</i> i <i>font5x8.c</i>	37
1.7.3. Pliki <i>util_lcd.h</i> i <i>util_lcd.c</i>	37
1.7.4. Plik <i>ex_lcd.c</i>	38
1.8. Organizacja pamięci programu	38
1.8.1. Sekcje	38
1.8.2. Procedura startowa	42
1.8.3. Skrypt konsolidatora	45
1.9. Styl pisania i komentowania tekstu źródłowego	49
2. Intersieci	51
2.1. Model warstwowy	52
2.2. Ethernet	54
2.3. IP – protokół intersieci	60
2.4. ARP – tłumaczenie adresów sieciowych na adresy sprzętowe	66
2.5. Sieć testowa	67
2.6. Przykład 2 – monitor sieci	69
2.6.1. Pliki <i>board_init.h</i> i <i>board_init.c</i>	70
2.6.2. Pliki <i>util_led.h</i> i <i>util_led.c</i>	79
2.6.3. Plik <i>ex_eth.c</i>	80

3. Stos TCP/IP	83
3.1. Przegląd implementacji	84
3.2. Biblioteka lwIP	86
3.2.1. Dopasowanie do architektury mikrokontrolera – plik <i>cortex-m3.h</i>	86
3.2.2. Parametry konfiguracyjne – plik <i>lwipopts.h</i>	93
3.2.3. Kompilowanie – plik <i>liblwip4.a</i>	100
3.2.4. Kody błędów	101
3.2.5. Struktura pbuf	101
3.2.6. Struktura netif	104
3.3. DMA	106
3.4. Przykład 3a – pierwsza wersja sterownika Ethernetu	109
3.4.1. Pliki <i>util_time.h</i> i <i>util_time.c</i>	109
3.4.2. Pliki <i>util_eth.h</i> i <i>util_eth.c</i> – inicjowanie interfejsu sieciowego.....	112
3.4.3. Plik <i>util_eth.c</i> – wysyłanie ramek ethernetowych.....	117
3.4.4. Plik <i>util_eth.c</i> – odbieranie ramek ethernetowych.....	118
3.4.5. Pliki <i>util_lwip.h</i> i <i>util_lwip.c</i> – inicjowanie interfejsu sieciowego.....	120
3.4.6. Pliki <i>util_lwip.h</i> i <i>util_lwip.c</i> – budziki	122
3.4.7. Pliki <i>board_conf.h</i> i <i>board_conf.c</i>	124
3.4.8. Pliki <i>util_lcd_ex.h</i> i <i>util_lcd_ex.c</i>	125
3.4.9. Plik <i>ex_ip.c</i>	125
3.5. Przykład 3b – sterownik Ethernetu bez kopiowania.....	127
3.5.1. Plik <i>util_eth_nc.c</i> – inicjowanie interfejsu sieciowego.....	127
3.5.2. Plik <i>util_eth_nc.c</i> – wysyłanie ramek ethernetowych	130
3.5.3. Plik <i>util_eth_nc.c</i> – odbieranie ramek ethernetowych	130
3.6. Przykład 3c – eksperymentalny sterownik Ethernetu bez kopiowania.....	132
3.6.1. Plik <i>util_eth_zc.c</i> – inicjowanie interfejsu sieciowego	133
3.6.2. Plik <i>util_eth_zc.c</i> – wysyłanie ramek ethernetowych.....	134
3.7. Testy sterowników	136
3.8. ICMP – komunikaty kontrolne i komunikaty o błędach	137
3.8.1. Sprawdzanie osiągalności odbiorcy	138
3.8.2. Powiadamianie o nieosiągalności odbiorcy	139
3.8.3. Kontrola przepływu	139
3.8.4. Przekroczenie czasu	140
3.8.5. Problem z parametrem.....	140
3.9. DHCP – konfigurowanie ustawień sieciowych węzła	141
4. Programowanie w modelu klient-serwer	143
4.1. Numer portu	145
4.2. TCP.....	146
4.2.1. Podstawowe własności.....	146
4.2.2. Nagłówek	147

4.2.3.	Otwieranie połączenia	149
4.2.4.	Przesyłanie danych.....	152
4.2.5.	Zamykanie połączenia	153
4.2.6.	Funkcje biblioteczne	154
4.2.7.	Funkcje zwrotne	160
4.3.	UDP.....	162
4.3.1.	Podstawowe własności.....	162
4.3.2.	Nagłówek.....	162
4.3.3.	Inicjowanie klienta i serwera	163
4.3.4.	Przesyłanie danych.....	163
4.3.5.	Funkcje biblioteczne	164
4.3.6.	Funkcja zwrotna	166
4.4.	Uwagi końcowe	166
5.	Serwer TCP.....	169
5.1.	Protokół warstwy aplikacji.....	170
5.1.1.	Projekt protokołu	170
5.1.2.	Projekt implementacji protokołu	172
5.2.	Przykład 5a – pierwsza wersja serwera TCP.....	178
5.2.1.	Pliki <i>tcp_server.h</i> i <i>tcp_server.c</i>	178
5.2.2.	Plik <i>ex_tcpd.c</i>	185
5.2.3.	Testowanie przykładu	186
5.3.	Przykład 5b – serwer TCP z nadzorcą	188
5.3.1.	Pliki <i>util_wdg.h</i> i <i>util_wdg.c</i>	189
5.3.2.	Plik <i>ex_tcpd_wdg.c</i>	190
5.3.3.	Testowanie przykładu	191
6.	Klient TCP.....	193
6.1.	Projekt protokołu.....	194
6.2.	Przykład 6a – pierwsza wersja klienta TCP.....	197
6.2.1.	Tryby o obniżonym poborze mocy	198
6.2.2.	Pliki <i>util_rtc.h</i> i <i>util_rtc.c</i>	198
6.2.3.	Pliki <i>tcp_client.h</i> i <i>tcp_client.c</i>	202
6.2.4.	Plik <i>util_error.h</i>	210
6.2.5.	Plik <i>ex_tcp_client.c</i>	211
6.2.6.	Testowanie przykładu	212
6.3.	Przykład 6b – klient TCP z obsługą rejestrów zapasowych	214
6.3.1.	Pliki <i>util_bkp.h</i> i <i>util_bkp.c</i>	214
6.3.2.	Plik <i>tcp_client_bkp.c</i>	216
6.3.3.	Plik <i>ex_tcp_clnt_bkp.c</i>	217
6.3.4.	Testowanie przykładu	217

7. Serwer UDP	219
7.1. Projekt protokołu.....	220
7.2. Przykład 7 – prosty serwer UDP.....	221
7.2.1. Pliki <i>udp_server.h</i> i <i>udp_server.c</i>	221
7.2.2. Plik <i>ex_udp.c</i>	224
7.2.3. Testowanie przykładu	225
8. Klient UDP	227
8.1. DNS.....	228
8.2. SNMP	229
8.3. Przykład 8 – automatyczna synchronizacja zegara czasu rzeczywistego.....	232
8.3.1. Pliki <i>sntp_client.h</i> i <i>sntp_client.c</i>	232
8.3.2. Plik <i>ex_sntp.c</i>	238
8.3.3. Testowanie przykładu	240
8.3.4. Uwagi końcowe	241
9. Rozgłaszanie UDP	243
9.1. Przykład 9a – rozgłaszanie datagramów UDP	244
9.1.1. Plik <i>ex_send_bcast.c</i>	244
9.1.2. Testowanie przykładu	247
9.2. Przykład 9b – odbieranie datagramów UDP	247
9.2.1. Plik <i>ex_recv_bcast.c</i>	248
9.2.2. Testowanie przykładu	249
10. Serwis WWW	251
10.1. Komunikacja między klientem a serwerem WWW.....	252
10.1.1. URI.....	252
10.1.2. HTTP	253
10.1.3. HTML.....	256
10.2. Przykład 10 – prosty serwis WWW.....	259
10.2.1. Pliki <i>http_parser.h</i> i <i>http_parser.c</i>	259
10.2.2. Pliki <i>http_server.h</i> , <i>http.h</i> i <i>http_application.h</i>	265
10.2.3. Plik <i>http_server.c</i> – obsługa HTTP	266
10.2.4. Plik <i>http_server.c</i> – obsługa połączenia TCP.....	271
10.2.5. Plik <i>http_application.c</i>	273
10.2.6. Plik <i>stm32_logo.h</i>	277
10.2.7. Plik <i>ex_http.c</i>	278
10.2.8. Testowanie przykładu	278
Dodatek. Narzędzia GNU	281
Literatura	286