

<b>1. Wprowadzenie</b>	<b>7</b>
1.1. Wstęp	8
1.2. Dlaczego STM32F4?	9
1.3. Dlaczego .NET Micro Framework?	10
1.4. Dlaczego język C#?	10
<b>2. Mikrokontrolery STM32</b>	<b>11</b>
2.1. Wprowadzenie	12
2.2. Rdzenie z serii Cortex	12
2.3. Rodzina STM32	12
2.4. Architektura Cortex-M4	15
2.4.1. Podstawowe informacje	15
2.4.2. Rejestry oraz przestrzeń adresowa	16
2.4.3. FPU	17
2.4.4. NVIC	18
2.5. Podstawowe peryferie wewnętrzne i interfejsy komunikacyjne	18
2.5.1. Pamięć Flash	18
2.5.2. Pamięć SRAM	18
2.5.3. Moduł DMA	19
2.5.4. Moduł GPIO	19
2.5.5. Przetwornik ADC	20
2.5.6. Przetwornik DAC	20
2.5.7. Moduł FMC	20
2.5.8. Moduł SDIO	21
2.5.9. Timer	21
2.5.10. Zegar RTC	21
2.5.11. Kontroler LCD-TFT	21
2.5.12. Moduł EXTI	21
2.5.13. Generator PWM	22
<b>3. Podstawy języka C# .NET Micro Framework</b>	<b>23</b>
3.1. Wprowadzenie	24
3.2. Budowa platformy .NET Micro Framework	24
3.3. Programowanie obiektowe	25
3.3.1. Abstrakcja	26
3.3.2. Hermetyzacja	26
3.3.3. Dziedziczenie	26
3.3.4. Polimorfizm	26
3.4. Nawyki programistyczne i styl programowania	27

---

3.5.	Budowa programu w C# .....	28
3.6.	Typy proste .....	29
3.7.	Tworzenie stałych .....	31
3.8.	Tworzenie zmiennych .....	32
3.9.	Rzutowanie i konwersja typów .....	33
3.10.	Operatory .....	35
3.11.	Instrukcje warunkowe .....	36
3.12.	Instrukcje iteracyjne .....	38
3.13.	Łańcuchy tekstowe – typ <i>string</i> .....	40
3.14.	Tablice .....	42
3.15.	Obliczenia matematyczne .....	43
3.15.1.	Podstawowe operacje matematyczne .....	44
3.15.2.	Potęgi i pierwiastki .....	44
3.15.3.	Logarytmy i funkcje wykładnicze .....	44
3.15.4.	Funkcje trygonometryczne .....	45
3.15.5.	Funkcje cyklometryczne .....	45
3.15.6.	Funkcje hiperboliczne .....	46
3.15.7.	Zaokrąglenia, wartości skrajne i pozostałe metody .....	46
3.15.8.	Zaawansowane funkcje .....	47
3.16.	Operacje bitowe .....	47
3.16.1.	Operacje logiczne na zmiennych .....	48
3.16.2.	Operacje bitowe .....	49
3.17.	Obsługa wyjątków .....	50
3.18.	Klasy .....	51
3.18.1.	Stale .....	52
3.18.2.	Pola .....	52
3.18.3.	Właściwości .....	53
3.18.4.	Metody .....	53
3.18.5.	Konstruktory .....	54
3.18.6.	Tworzenie klas .....	54
3.19.	Struktury .....	56
<b>4.</b>	<b>Narzędzia i oprogramowanie .....</b>	<b>57</b>
4.1.	Wprowadzenie .....	58
4.2.	Zestaw uruchomieniowy .....	58
4.3.	Moduły rozszerzające .....	59
4.3.1.	KAModKB4x4 .....	60
4.3.2.	KAModRS .....	60

---

4.3.3.	KAModGPS.....	61
4.3.4.	Pozostałe elementy.....	63
4.4.	Niezbędne oprogramowanie.....	63
4.5.	Instalacja platformy .NET Micro Framework.....	66
4.6.	Pierwszy program.....	69
4.6.1.	Wprowadzenie.....	69
4.6.2.	Tworzenie projektu.....	69
4.6.3.	Kompilowanie i ładowanie wsadu.....	71
4.6.4.	Debugowanie programu.....	71
<b>5.</b>	<b>Przykładowe aplikacje.....</b>	<b>73</b>
5.1.	Wprowadzenie.....	74
5.2.	Obsługa portów GPIO.....	74
5.2.1.	Wprowadzenie.....	74
5.2.2.	Obsługa GPIO – wyjścia.....	74
5.2.2.	Obsługa GPIO – wejścia.....	75
5.2.3.	Obsługa GPIO – linia trójstanowa.....	76
5.3.	Obsługa przerwań zewnętrznych i odmierzenie czasu.....	77
5.3.1.	Obsługa przerwań zewnętrznych.....	77
5.3.2.	Odmierzanie czasu.....	79
5.4.	Obsługa klawiatury matrycowej.....	81
5.4.1.	Wprowadzenie.....	81
5.4.2.	Podstawowy sposób obsługi klawiatury matrycowej.....	81
5.4.3.	Obsługa klawiatury matrycowej w przerwaniu zewnętrznym.....	84
5.5.	Obsługa wyświetlaczy LED.....	87
5.5.1.	Sterowanie pojedynczym wyświetlaczem LED.....	87
5.5.2.	Sterowanie dynamiczne.....	90
5.6.	Obsługa wyświetlacza TFT.....	94
5.6.1.	Wprowadzenie.....	94
5.6.2.	Definiowanie kolorów.....	95
5.6.3.	Definiowanie czcionek.....	95
5.6.4.	Obsługa wyświetlacza TFT.....	97
5.7.	Obsługa wewnętrznych przetworników ADC.....	101
5.7.1.	Pomiar napięcia.....	101
5.7.2.	Pomiar temperatury.....	103
5.7.3.	Pomiar ciśnienia atmosferycznego.....	106
5.7.4.	Pomiar odległości.....	109
5.8.	Obsługa generatorów PWM.....	113
5.8.1.	Generowanie przebiegu prostokątnego.....	113

---

5.8.2. Sterowanie diodą RGB.....	115
5.9. Obsługa przetworników DAC.....	119
5.10. Przykłady zegarów.....	122
5.10.1. Zegar systemowy.....	122
5.10.2. Zegar wskazówkowy.....	125
5.11. Obsługa modułu USART.....	128
5.12. Obsługa modułu GPS.....	130
5.13. Stacja pogody.....	137
<b>Dodatek A.....</b>	<b>143</b>
<b>Dodatek B.....</b>	<b>153</b>
<b>Literatura.....</b>	<b>155</b>