

1. Wprowadzenie	7
1.1. Wstęp.....	8
1.2. Dlaczego STM32F4?.....	9
1.3. Dlaczego .NET Micro Framework?.....	10
1.4. Dlaczego język C#?	10
2. Mikrokontrolery STM32.....	11
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
3. Podstawy języka C# .NET Micro Framework	23
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
4.	Narzędzia i oprogramowanie	57
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
5.	Przykładowe aplikacje.....	73
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
Dodatek A.....	143
Dodatek B.....	153
Literatura.....	155