



Dokumentacja

Miernik parametrów motocykla żuźlowego

Paweł Chudziak
Piotr Chudziak
Michał Anusiak
Kamil Prejs

Spis treści

1. Ustalenia co do pracy urządzenia	3
2. Możliwe problemy	3
3. Spis elementów	4
4. Schemat płytki PCB	5
5. Schemat elektryczny	7
6. Prototyp	13
7. Działanie	
7.1 Moduł GPS	15
7.2 Program do wizualizacji	18
7.3 Archiwizacja danych	20

Ustalenia co do pracy urządzenia

Na początku pracy nad projektem należało dokonać uściślenia celu projektu z klientem. Dlatego spotkaliśmy się i wysłuchaliśmy pomysłów na przygotowywane urządzenie.

Zadaniem budowanego urządzenia było zbieranie informacji na temat motocykla żużlowego. W ten sposób uzyskane dane mają uprościć żużlowcom wybór odpowiedniego motoru do ścigania się na danym torze. Do mierzonych parametrów należą:

- Czas reakcji na starcie żużlowca
- Prędkość motoru
- Położenie motoru w przestrzeni

Po ukończeniu wyścigu lub okrążenia testowego dane z urządzenia można przetworzyć na komputerze w celu uzyskania bardziej obrazowego przedstawienia wyników. Jest to możliwe, dzięki zapisowi danych.

Po ustaleniu głównych założeń dotyczących projektu musieliśmy wybrać konkretne rozwiązania dla przedstawionych nam zadań. Aby nasz wybór był jak najlepszy dla każdego zadania przygotowaliśmy kilka możliwych rozwiązań. Następnie przy pomocy naszego klienta zaaranżowane zostało spotkanie z żużlowcami drużyny Gdańsk GKS Wybrzeże S.A. Przy pomocy naszych obserwacji oraz kolejnych rozmowach z klientem wyłoniliśmy spośród różnych pomysłów te, które w naszej ocenie będą najwłaściwsze.

Czas reakcji zawodnika mierzony będzie przy pomocy czujki ruchu znajdującej się z przodu motoru. Mierzony będzie czas między uzyskaniem niezerowej prędkości, a sygnałem z czujki generowanym przez podniesienie taśmy startowej. Prędkość motoru mierzona będzie przy pomocy modułu GPS. Z modułu odczytywane będzie również położenie motoru.

Możliwe problemy

Jednym z większych problemów z które będzie trzeba rozwiązać są drgania motoru. Aby się ich pozbyć planujemy umieścić urządzenie w obudowie wypełnionej gąbką oraz podwiesić to urządzenie do obudowy za pomocą sprężyn. Jeśli testy wykażą, że to rozwiązanie jest niewystarczające zastosowany zostanie filtr.

Drugim problemem okazał się sposób umiejscowienia urządzenia ze względu na dużą ilość brudu, który może dostawać się do urządzenia. W związku z tym, w naszej ocenie najlepszym miejscem do montażu urządzenia będzie miejsce bezpośrednio pod siodełkiem motoru.

Ostatnim problemem z jakim do tej pory przyszło nam się zmierzyć jest zasilanie. Nie byłoby tego problemu, gdyby nie fakt że im mniej nasze urządzenie waży- tym lepiej. W związku z tym wybraliśmy zasilanie bateryjne.

Spis elementów

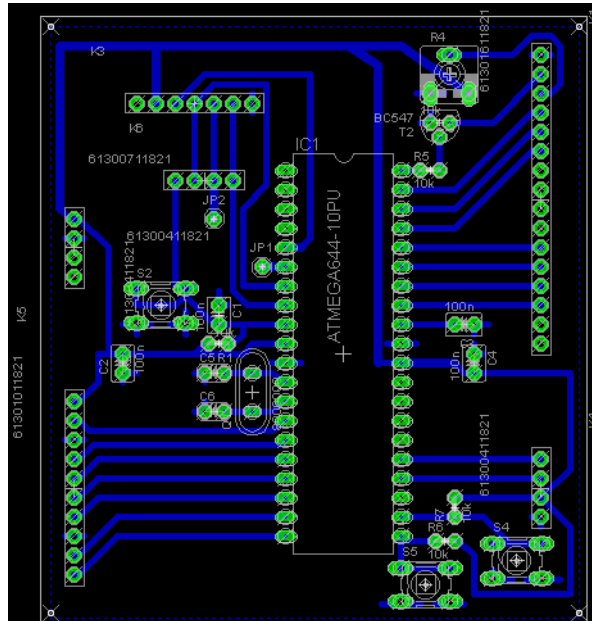
Poniżej zamieszczono listę zakupionych elementów do projektu (nie wszystkie elementy zostały użyte w aktualnym stanie projektu).

1. Czytnik kart ADPmikro SD
2. Moduł zasilania +3.3 i +5V
3. Wyświetlacz LCD alfanum. 16x2
4. Kondensator MKP 100nF/275V raster (x4)
5. Potencjometr montażowy 10KOhm pionowy
6. Kondensator ceramiczny 22pF/50V (x2)
7. Rezystor węglowy 10kOhm 5% 2W (x6)
8. Rezonator kwarcowy 8MHz
9. Cyfrowy czujnik odległości 60cm 38kHz - moduł
10. Programator ISP AVR usbasp
11. Przełącznik typu Tact Switch (x2)
12. Moduł GPS
13. Adapter do GPS (smd-pin)
14. Akcelerometr
15. Płytki stykowe 3220Pól + złączki
16. Mikrokontroler ATmega644PA - PU, DIP40
17. Dioda LED
18. Listwa stykowa
19. Zasilacz

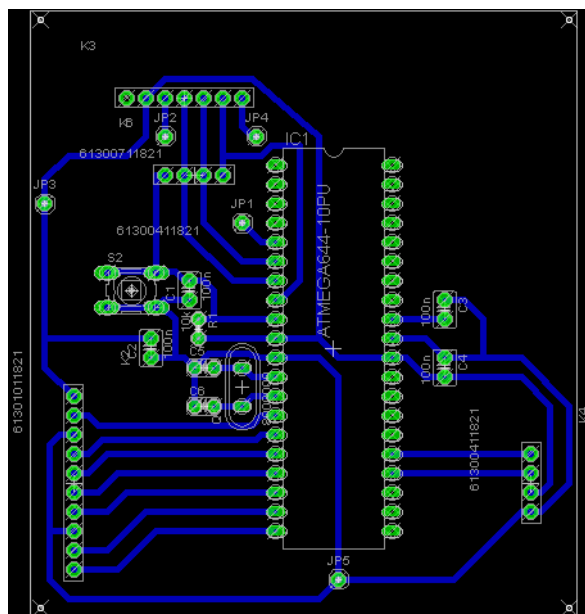
Schemat płytki PCB

Projekt płytki drukowanej został zrealizowany w programie Eagle, jest to narzędzie inżynierskie typu CAD służące do projektowania profesjonalnych obwodów drukowanych PCB (ang. Printed Circuit Board).

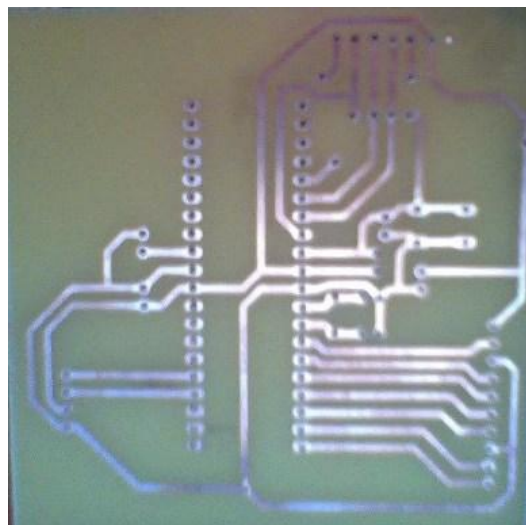
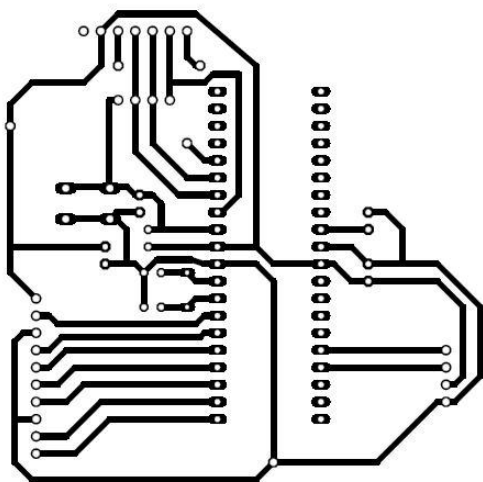
Schemat zaprojektowanej płytki wygląda następująco (obrazek poniżej). Obrazek przedstawia pierwotny projekt płytki drukowanej, który prawdopodobnie zostanie jeszcze w najbliższej przyszłości zrealizowany. Ograniczyliśmy się do zastosowania konektorów (gniazd).



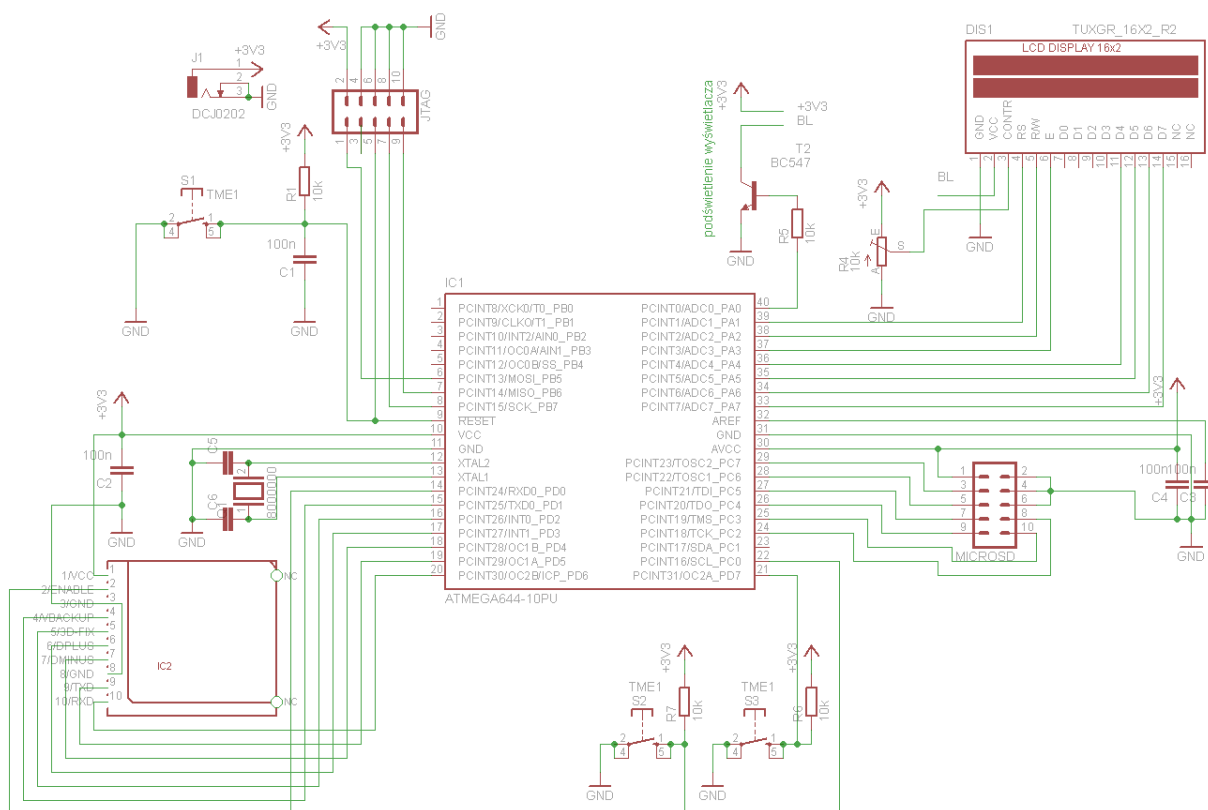
Jak widać poniżej schemat został uproszczony, pozbyto się gniazd żeńskich, które były przypisane dla wyświetlacza LCD i modułu zasilającego, zredukowano ilość przycisków oraz pozbyto się wylewki masy, co zmusiło nas do połączenia wszystkich GND za pomocą ścieżek. Operacja była konieczna z uwagi na problemy pojawiające na jednym z etapów wytrawiania płytki sposobem domowym. Z uwagi na większą ilość ścieżek i wylewkę miedzi, nie wszystkie ścieżki po prasowaniu, przylegały do płytki.



Ostateczny schemat płytki PCB jest przedstawiony powyżej, zasilanie i masa zostaną doprowadzone za pomocą JP3 i JP5. Owa płytką została wytrawiona.



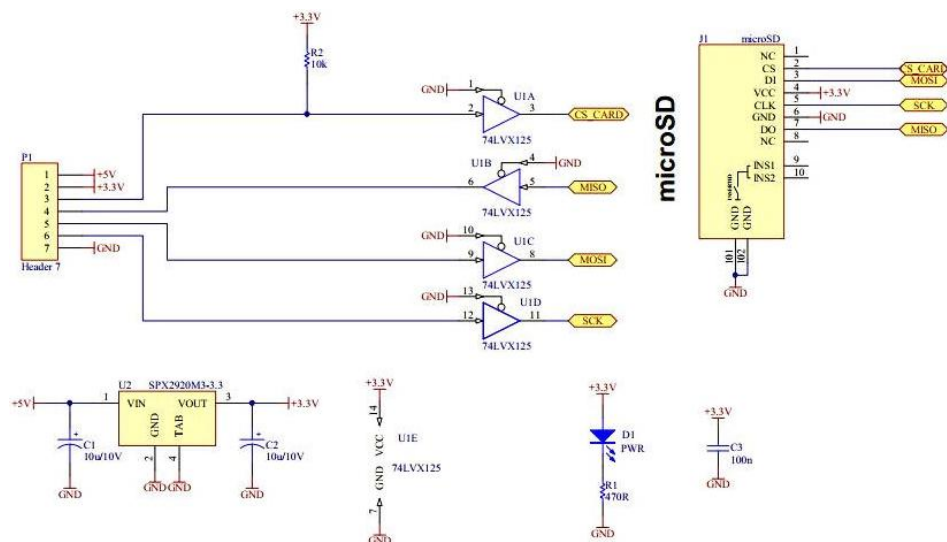
Schemat elektryczny



Powyżej znajduje się schemat elektryczny prezentujący połączenie ATmegi 644PA-PU z innymi obiektami i elementami funkcjonalnymi. Wykorzystana Atmega jest 8-bitowym mikrokontrolerem o niskim poborze mocy, wykonana w technologii CMOS, oparta na architekturze AVR z rozszerzonym RISC. Poprzez wykonywanie zaawansowanych instrukcji w pojedynczym cyklu zegarowym, mikrokontroler osiąga wydajność w okolicy 1MIPS na MHz, co pozwala poprzez projektowanie systemu zoptymalizować pobór mocy w stosunku do szybkości przetwarzania.

Wybrany przez nas moduł służący do pomiaru prędkości, to miniaturowy moduł GPS FGPMMPA6E z wewnętrzną anteną patch, mającą możliwość podłączenia dodatkowej anteny. Przełączenie między wewnętrzną a zewnętrzną anteną następuje w sposób automatyczny i bezpieczny (sam moduł jest zabezpieczony przed krótkimi zwarciami). Komunikacja między modułem GPS i mikrokontrolerem odbywa się zgodnie ze standardem RS-232. Zostały w tym celu wykorzystane dwie linie transmisyjne: Tx i Rx, plus linia masy.

Do zapisu danych odebranych z GPS użyty został moduł czytnika kart micro SD z stabilizatorem napięcia 3.3 V. Interfejsem komunikacyjnym jest magistrala SPI.



Układ jest zasilany napięciem 3.3 V, a linie MISO, MOSI, SCK są podłączone do mikrokontrolera w odpowiednio piny PB6, PB5, PB7.

Magistrala SPI jest również wykorzystywana przez programator ISP AVR usbasp, który łączy się z komputerem przez port USB umożliwiając łatwe programowanie mikrokontrolerów.

Poniżej zostały zaprezentowane dwie tabelki przedstawiające listę połączeń i listę pinów poszczególnych elementów.

Lista pinów

Pinlist				
Part	Pad	Pin	Dir	Net
C1	1	1	pas	GND
	2	2	pas	N\$26
C2	1	1	pas	GND
	2	2	pas	+3V3
C3	1	1	pas	GND
	2	2	pas	N\$5
C4	1	1	pas	GND
	2	2	pas	+3V3
C5	1	1	pas	GND
	2	2	pas	N\$20
C6	1	1	pas	GND
	2	2	pas	N\$21
IC1	1	PCINT8/XCK0/T0_PB0	io	unconnected
	2	PCINT9/CLKO/T1_PB1	io	unconnected
	3	PCINT10/INT2/AIN0_PB2	io	unconnected
	4	PCINT11/OC0A/AIN1_PB3	io	unconnected
	5	PCINT12/OC0B/SS_PB4	io	N\$14

	6	PCINT13/MOSI_PB5	io	N\$13
	7	PCINT14/MISO_PB6	io	N\$3
	8	PCINT15/SCK_PB7	io	N\$4
	9	!RESET	in	N\$26
	10	VCC	pwr	+3V3
	11	GND	pwr	GND
	12	XTAL2	out	N\$20
	13	XTAL1	in	N\$21
	14	PCINT24/RXD0_PD0	io	N\$29
	15	PCINT25/TXD0_PD1	io	N\$35
	16	PCINT26/INT0_PD2	io	N\$37
	17	PCINT27/INT1_PD3	io	N\$36
	18	PCINT28/OC1B_PD4	io	N\$38
	19	PCINT29/OC1A_PD5	io	N\$39
	20	PCINT30/OC2B/ICP_PD6	io	N\$40
	21	PCINT31/OC2A_PD7	io	unconnected
	22	PCINT16/SCL_PC0	io	unconnected
	23	PCINT17/SDA_PC1	io	unconnected
	24	PCINT18/TCK_PC2	io	N\$24
	25	PCINT19/TMS_PC3	io	N\$23
	26	PCINT20/TDO_PC4	io	unconnected
	27	PCINT21/TDI_PC5	io	unconnected
	28	PCINT22/TOSC1_PC6	io	unconnected
	29	PCINT23/TOSC2_PC7	io	unconnected
	30	AVCC	pwr	+3V3
	31	GND	pwr	GND
	32	AREF	pas	N\$5
	33	PCINT7/ADC7_PA7	io	unconnected
	34	PCINT6/ADC6_PA6	io	unconnected
	35	PCINT5/ADC5_PA5	io	unconnected
	36	PCINT4/ADC4_PA4	io	unconnected
	37	PCINT3/ADC3_PA3	io	unconnected
	38	PCINT2/ADC2_PA2	io	unconnected
	39	PCINT1/ADC1_PA1	io	unconnected
	40	PCINT0/ADC0_PA0	io	unconnected
JP1	1	1	pas	N\$14
JP2	1	1	pas	N\$1
JP3	1	1	pas	+3V3
JP4	1	1	pas	N\$2
JP5	1	1	pas	GND
K2	1	1	pas	+3V3
	2	2	pas	N\$29
	3	3	pas	GND
	4	4	pas	N\$35
	5	5	pas	N\$37
	6	6	pas	N\$36
	7	7	pas	N\$38
	8	8	pas	GND
	9	9	pas	N\$39
	10	10	pas	N\$40
K3	1	1	pas	

	2	2	pas	+3V3
	3	3	pas	N\$1
	4	4	pas	N\$3
	5	5	pas	N\$13
	6	6	pas	N\$4
	7	7	pas	N\$2
K4	1	1	pas	N\$23
	2	2	pas	N\$24
	3	3	pas	+3V3
	4	4	pas	GND
K6	1	1	pas	N\$26
	2	2	pas	N\$3
	3	3	pas	N\$13
	4	4	pas	N\$4
Q1	1	1	pas	N\$21
	2	2	pas	N\$20
R1	1	1	pas	N\$26
	2	2	pas	+3V3
S2	1	S	pas	N\$26
	2	S1	pas	N\$26
	3	P	pas	GND
	4	P1	pas	GND

Lista połączeń

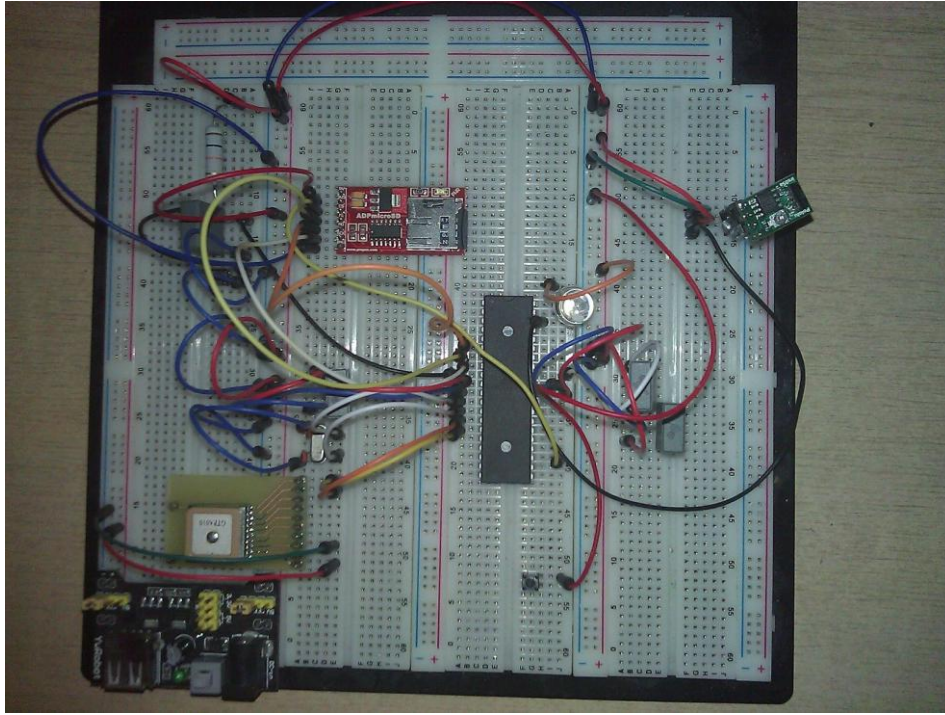
Netlist				
Net	Part	Pad	Pin	Sheet
+3V3	C2	2	2	1
	C4	2	2	1
	IC1	10	VCC	1
	IC1	30	AVCC	1
	JP3	1	1	1
	K2	1	1	1
	K3	2	2	1
	K4	3	3	1
	R1	2	2	1
GND	C1	1	1	1
	C2	1	1	1
	C3	1	1	1
	C4	1	1	1
	C5	1	1	1
	C6	1	1	1
	IC1	11	GND	1
	IC1	31	GND	1
	JP5	1	1	1
	K2	3	3	1
	K2	8	8	1
	K4	4	4	1
	S2	3	P	1

	S2	4	P1	1
N\$1	JP2	1	1	1
	K3	3	3	1
N\$2	JP4	1	1	1
	K3	7	7	1
N\$3	IC1	7	PCINT14/MISO_PB6	1
	K3	4	4	1
	K6	2	2	1
N\$4	IC1	8	PCINT15/SCK_PB7	1
	K3	6	6	1
	K6	4	4	1
N\$5	C3	2	2	1
	IC1	32	AREF	1
N\$13	IC1	6	PCINT13/MOSI_PB5	1
	K3	5	5	1
	K6	3	3	1
N\$14	IC1	5	PCINT12/OC0B/SS_PB4	1
	JP1	1	1	1
N\$20	C5	2	2	1
	IC1	12	XTAL2	1
	Q1	2	2	1
N\$21	C6	2	2	1
	IC1	13	XTAL1	1
	Q1	1	1	1
N\$23	IC1	25	PCINT19/TMS_PC3	1
	K4	1	1	1
N\$24	IC1	24	PCINT18/TCK_PC2	1
	K4	2	2	1
N\$26	C1	2	2	1
	IC1	9	!RESET	1
	K6	1	1	1
	R1	1	1	1
	S2	1	S	1
	S2	2	S1	1
N\$29	IC1	14	PCINT24/RXD0_PD0	1
	K2	2	2	1
N\$35	IC1	15	PCINT25/TXD0_PD1	1
	K2	4	4	1
N\$36	IC1	17	PCINT27/INT1_PD3	1
	K2	6	6	1
N\$37	IC1	16	PCINT26/INT0_PD2	1
	K2	5	5	1

N\$38	IC1	18	PCINT28/OC1B_PD4	1
	K2	7	7	1
N\$39	IC1	19	PCINT29/OC1A_PD5	1
	K2	9	9	1
N\$40	IC1	20	PCINT30/OC2B/ICP_PD6	1
	K2	10	10	1

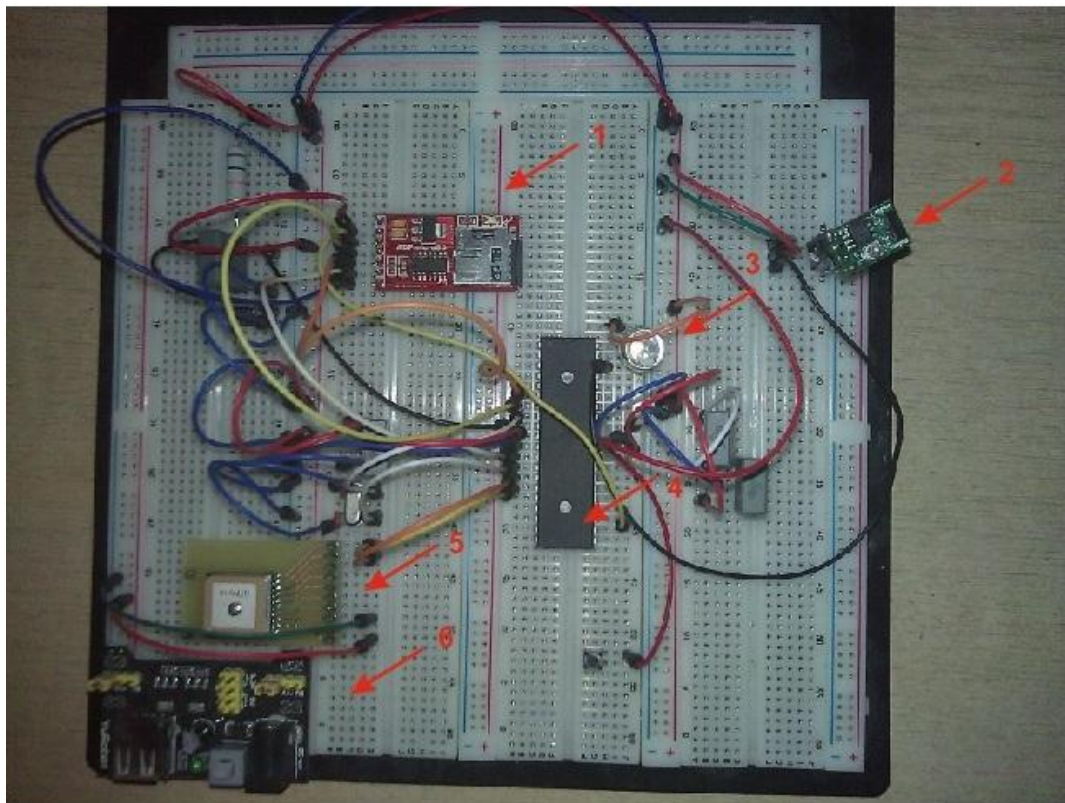
Prototyp

Stworzono prototyp urządzenia, który przymontowano do płytki stykowej. Urządzenie jak i jego połączenia przedstawia zdjęcie poniżej.



Do głównych elementów płytki należą:

- 1 - moduł ADPmiko SD
- 2 - cyfrowy czujnik odległości
- 3 - dioda sygnalizująca aktywność czujnika cyfrowego
- 4 - mikrokontroler atmega 644p
- 5 - GPS na płytce w roli przejściówki
- 6 - moduł zasilający układ (możliwość zasilania przez usb)



Moduł GPS

Układ został wyposażony w odbiornik GPS model PA6E wyprodukowany przez GlobalTop Technology Inc. Moduł realizuje kluczową funkcję całej konstrukcji jaką jest pozyskiwanie pozycji i prędkości. Posiada on możliwość pozyskiwania raportów dotyczących obu powyższych danych z częstotliwością z przedziału 1-10Hz.

Połączenie modułu z płytą główną konstrukcji zapewnia zasilanie układu oraz transmisję UART z mikrokontrolerem jak również sygnalizację ustalenia pozycji.

Komunikacja z odbiornikiem GPS odbywa się w oparciu o protokół NMEA 0183 standardowo wykorzystywany w elektronice morskiej i nawigacyjnej. Pewnym ograniczeniem użytego modułu jest brak możliwości zapisu do wewnętrznej pamięci flash. Skutkuje to selekcją raportów i konfiguracją częstotliwości ich przesyłania podczas każdorazowo po wznowieniu zasilania. Nie jest to szczególnie problematyczne, gdyż maksymalny czas od włączenia zasilania do uzyskania pierwszej pozycji wynosi 35 sekund.

Pakiet danych w protokole NMEA zaczyna się znakiem dolara, dalej następują identyfikator zdania, pole danych oddzielanych przecinkami, symbol gwiazdki, dwuznakowa suma kontrolna, powrót karetki i nowa linia. Długość pakietu jest ograniczona do 255 bajtów. Pole danych jest opcjonalne i dla niektórych zdań w ogóle nie występuje.

np. \$PMTK000*32<CR><LF>

Sekwencje wyjściowe protokołu NMEA

Spośród dostępnych raportów do realizacji zadania wystarczają:

GGA (czas i położenie w przestrzeni)

np. \$GPGGA,215224.000,5422.7380,N,01837.8906,E,1,4,2.54,-12.5,M,34.0,M,,*42

Pole	Przykład	Opis
Message ID	\$GPGGA	Nagłówek zdania GGA
Czas UTC	215224.000	ggmmss.ss
Szerokość geogr.	5422.7380	ssmm.mmmm
Indykator N/S	N	N=północ, S=południe
Długość geogr.	01837.8906	ssmm.mmm
Indykator E/W	E	E=wschód, W=zachód
Pozycja fixed	1	0=n/a, 1=fixed GPS, 2=fixed DGPS
Ilość satelitów	4	Zakres 0-14
HDOP	2.54	DOP dla współrzędnych płaskich
Wysokość npm	-12.5	Wysokość anteny w relacji do średniego poziomu morza
Jednostki	M	Jednostki pomiaru wysokości
Geoidal Separation	34.0	Różnica między geoidą a elipsoidą
Jednostki	M	Jednostki różnicy wysokości
Wiek poprawki DGPS		Wyrażony w sekundach
Suma kontrolna	*42	
<CR><LF>		Koniec pakietu

VTG (kurs i prędkość)

np. \$GPVTG,72.15,T,,M,0.03,N,0.05,K,A*0A

Pole	Przykład	Opis
Message ID	\$GPVTG	Nagłówek zdania VTG
Kurs	72.15	W stopniach: 0=północ, 90=zachód, 180=...
Referencja	T	True, geograficzna
Kurs		
Referencja	M	Magnetic, magnetyczna
Prędkość	0.03	
Jednostki	N	Węzły
Prędkość	0.05	
Jednostki	K	Km/h
Tryb	A	A=autonomiczny, D=dyferencjalny, E=estymowany
Suma kontrolna	*0A	
<CR><LF>		Koniec pakietu

RMC (rekomendowana minimalna informacja nawigacyjna)

Jedyny komunikat z pełną datą.

np. \$GPRMC,215224.000,A,5422.7380,N,01837.8906,E,0.00,72.15,150114,, ,A*5A

Pole	Przykład	Opis
Message ID	\$GPRMC	Nagłówek zdania RMC
Czas UMC	215224.000	ggmmss.ss
Status	A	A=dane poprawne, V=dane niepoprawne
Szerokość geogr.	5422.7380	ssmm.mmmm
Indykator N/S	N	N=północ, S=południe
Długość geogr.	01837.8906	ssmm.mmm
Indykator E/W	E	E=wschód, W=zachód
Prędkość	0.00	Wyrażona w węzłach
Kurs	72.15	Kurs geograficzny
Data	150114	ddmmrr
Wariacja magnetyczna	,	Wraz z kierunkiem E=wschód, W=zachód
Tryb	A	A=autonomiczny, D=dyferencjalny, E=estymowany
Suma kontrolna	*5A	
<CR><LF>		Koniec pakietu

Komendy protokołu NMEA

Każdorazowo po restarcie należy wysłać następujące komendy modyfikujące ustawienia domyślne.

PMTK_SET_NMEA_BAUDRATE

Pakiet od identyfikatorze 251 pozwala zmienić prędkość transmisji UART.

np. \$PMTK251,57600*2C<CR><LF>

Zwiększenie domyślnej prędkości jest istotne, gdyż ogranicza ona maksymalną ilość przesyłanych danych. Komenda musi być wysłana przed modyfikacją częstotliwości przesyłania raportów - kolejne komendy mogą zostać odrzucone. Ważne jest dostosowanie prędkości transmisji również po stronie mikrokontrolera.

PMTK_API_SET_NMEA_OUTPUT

Pakiet od identyfikatorze 314 pozwala skonfigurować częstotliwość wysyłania poszczególnych komunikatów lub je zablokować.

np. \$PMTK314,0,5,1,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0*2D<CR><LF>

Każde z 19 pól odpowiada jednemu ze zdefiniowanych w protokole NMEA komunikatów (większość niedostępna w opisywanym module). Wartości 1-5 oznaczają dzielnik częstotliwości komunikatów o ustalonej pozycji (GGA). Wartość 0 blokuje wysyłanie raportu.

PMTK_API_SET_FIX_CTL

Pakiet od identyfikatorze 300 pozwala ustalić interwał (w milisekundach) z jakim generowane są raporty ustalonej pozycji (GGA).

np. \$PMTK300,200,0,0,0,0*2F<CR><LF>

Wartość ta tworzy referencyjną częstotliwość dla innych raportów, zależność zdefiniowaną poprzez PMTK314.

Na każdy pakiet zawierający poprawnie sformułowany komunikat PMTK, czyli w postaci \$PMTKxxx...*cc<CR><LF>, moduł odpowiada potwierdzeniem PMTK_ACK wraz z kodem odebranego polecenia i flagą oznaczającą status wykonania. Poprawna komenda i wykonanie akcji w niej opisane oznaczane jest flagą 3.

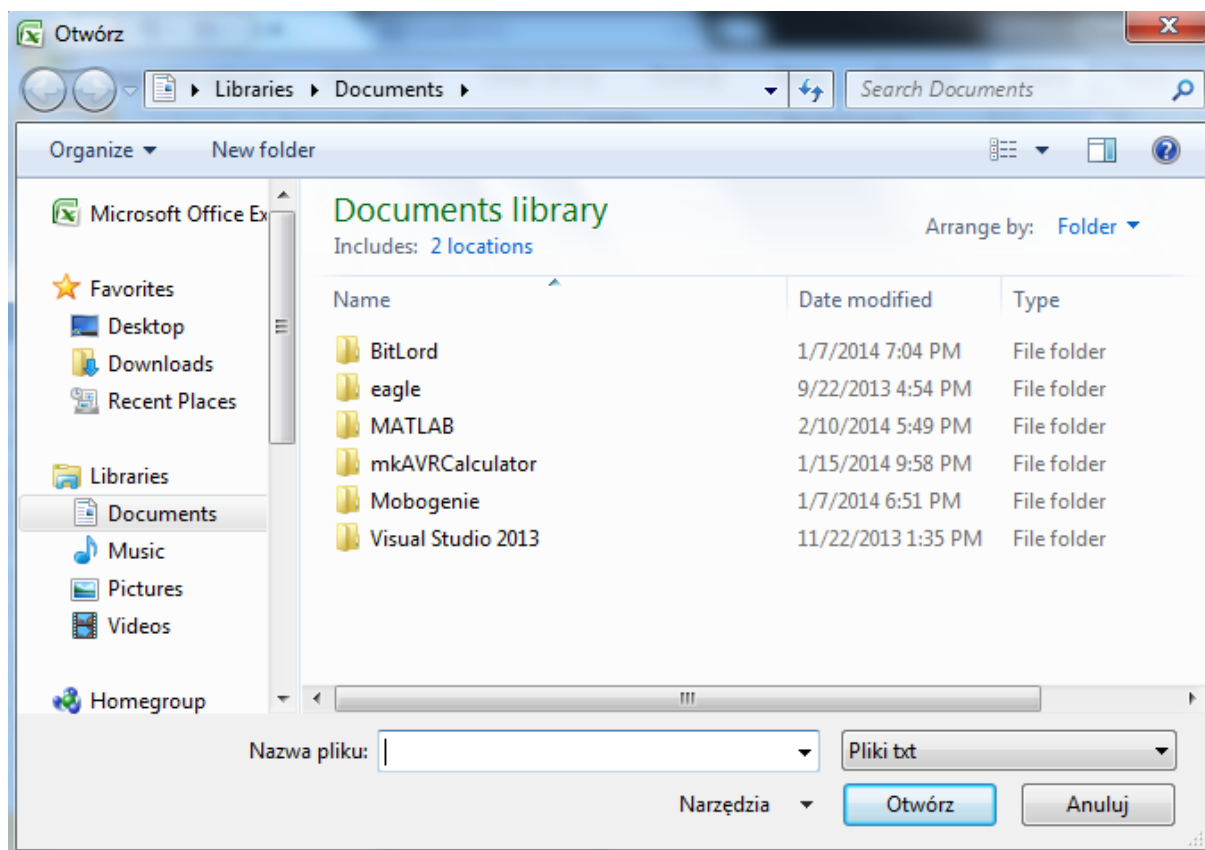
np. \$PMTK001,251,3*36<CR><LF>

W niniejszej dokumentacji opisano jedynie wykorzystane bądź wprowadzone pod przyszły użytek elementy protokołu komunikacyjnego oraz modułu odbiorczego GPS. Więcej informacji można znaleźć w dokumentacji NMEA („MTK NMEA Packet Customer Version”) oraz modelu FGMMOPA6E („GlobalTop PA6E Datasheet”).

Program do wizualizacji

Dane, które będą zapisywane na karcie SD należy również w zrozumiały sposób przedstawić. Ze względu oszczędności obliczeniowej przenieśliśmy ciężar wyłuskiwania informacji na komputer użytkownika.

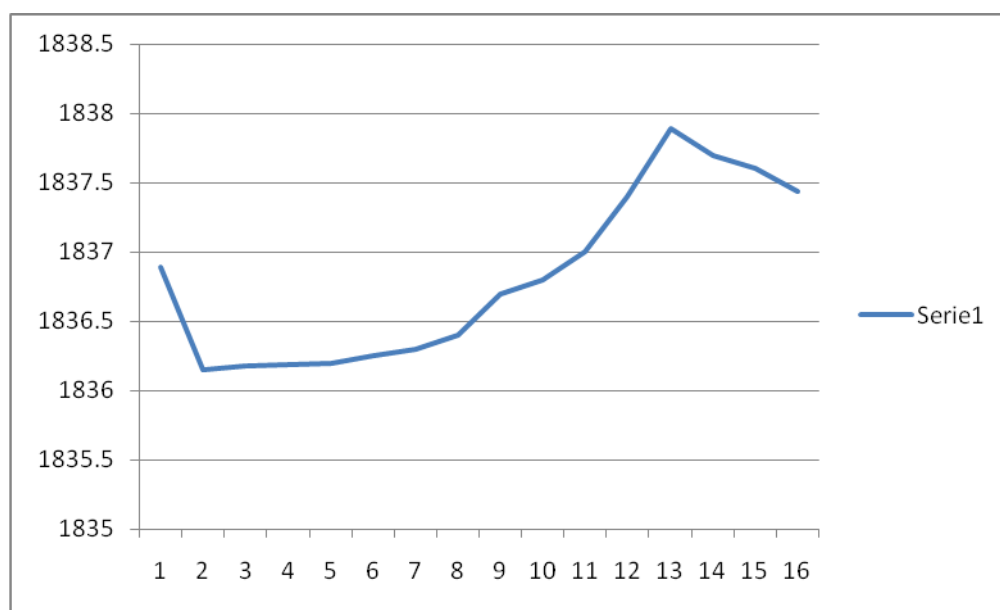
Do wizualizacji został przygotowany specjalny skrypt w programie Excel. Po uruchomieniu użytkownik musi wskazać plik, dla którego wykonana ma zostać wizualizacja. Jak widać, format danych wejściowych jest plikiem tekstowym.



Następnie skrypt wczytuje podany plik. Kolejne okna oddzielone są od siebie znakiem „\$”, co pozwala na posortowanie danych oknami. Znając funkcję każdej ramki oraz informacje jakie ona niesie jesteśmy teraz w stanie wyciągnąć te informacje, które są dla nas ważne. Skrypt pozwala użytkownikowi na zapoznanie się ze zmianami w położeniu geograficznym, prędkości oraz czasie reakcji zawodnika na starcie. W przypadku gdy moduł GPS utraci połączenie(nie będzie w stanie połączyć się z satelitami) użytkownik również będzie o tym poinformowany.

G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
\$GPGGA	\$GPGSA	\$GPVTG	\$GPGGA	\$GPGSA	\$GPVTG	\$GPGGA	\$GPGSA	\$GPVTG	\$GPGGA	\$GPGSA	\$GPRMC
##### A		\$72.15	##### A		\$72.15	##### A		\$72.15	##### A		215228
#####	\$3.00 T		#####	\$3.00 T		#####	\$3.00 T		#####	\$3.00 A	
N	\$14.00		N	\$14.00		N	\$14.00		N	\$14.00	#####
#####	\$25.00 M		#####	\$25.00 M		#####	\$25.00 M		#####	\$25.00 N	
E	\$15.00	\$0.00	E	\$15.00	\$0.00	E	\$15.00	\$0.00	E	\$15.00	#####
\$1.00	12 N		\$1.00	12 N		\$1.00	12 N		\$1.00	12 E	
\$4.00		\$0.00	\$4.00		\$0.00	\$4.00		\$0.00	\$4.00		\$0.00
\$2.54		K	\$2.54		K	\$2.54		K	\$2.54		\$72.15
		A*0C			A*0C			A*0C			
(\$12.50)			(\$12.50)			(\$12.50)			(\$12.50)		150114
M			M			M			M		
34			34			34			34		
M			M			M			M		A*56
*43			*40			*41			*4E		
	\$2.70			\$2.70			\$2.70			\$2.70	
	\$2.54			\$2.54			\$2.54			\$2.54	
	\$0.93			\$0.93			\$0.93			\$0.93	
	215225			215226			215227			3	
A			A			A				1	

W ramach skryptu generowane są charakterystyczne dla programu Excel wykresy dla różnych danych. Na wykresie poniżej wygenerowany przykładowy wykres zmiany położenia geograficznego. Ze względu na warunki pogodowe nie można było wykonać testów na zewnątrz co jest warunkiem koniecznym, aby zadziałał moduł GPS dlatego dane zostały „wstrzyknięte” do spływających z modułu danych.



Archiwizacja danych

Do archiwizacji danych pomiarowych z modułu GPS i innych elementów zastosowano powszechnie stosowaną, do takich typów rozwiązań, kartę SD. Jak zaprezentowano w poprzednich rozdziałach, złącze karty flash microSD jest zamontowane na module ADPmicroSD. Moduł wyposażony jest w stabilizator napięcia 3.3V, dający również możliwość zasilania innych układów. Interfejs SPI umożliwia połączenie z mikrokontrolerem. Moduł wyposażony jest również w bufor trójstanowy 74LVX125 dopasowujący poziom napięcie, natomiast dioda PWR przy złączu karty, sygnalizuje zasilanie.

Do inicjalizacji karty SD i nawiązania połączenia z mikrokontrolerem posłużyliśmy się bibliotekami (Chan'a) FatFs. Biblioteki te pozwalają na zapis, jak i odczyt z karty (szeroki zakres możliwości, m.in. tworzenie folderów, usuwanie plików, itp.). Po wielu zmaganiach i konfiguracjach udało się nawiązać połączenie, zapis danych do pliku tekstowego. Niestety obecnie program umożliwia zapis jedynie poszczególnej jednej linii danych z modułu GPS, nie jest możliwy zapis całej sekwencji odebranych danych.

Użytkownik ma możliwość odczytu i zapisu, przesyłanych danych z GPS, wprost z terminala, co jest możliwe przy pomocy standardu rs232. Poniżej zamieszczono dostępne komendy dla użytkownika:

Kontrola dysku

" di <pd#> - Inicjalizacja dysku"
" dd [<pd#> <sect>] - Zwolnienie sektora"
" ds <pd#> - Status dysku"

Kontrola bufora

" bd <ofs> - Zwolnienie bufora"
" be <ofs> [<data>] ... - Edycja pracującego bufora"
" br <pd#> <sect> [<num>] - Wczytaj dysk do bufora"
" bw <pd#> <sect> [<num>] - Zapis bufora do dysku"
" bf <val> - Uzupełnij bufor"

Kontrola systemu plików

" fi <ld#> [<mount>] - Inicjalizacja dysku #nr"
" fs [<path>] - Status karty"
" fl [<path>] - Pokaż zawartość"
" fo <mode> <file> - Otwórz plik"
" fc - Zamknij plik"
" fd <len> - Odczyt i zwolnienie pliku"
" fr <len> - Odczyt pliku"
" fw <len> <val> - Zapis do pliku"
" fn <org name> <new name> - Zmień nazwę"
" fu <obj name> - Odłącz obiekt"
" fk <dir name> - Stwórz katalog"
" fx <src file> <dst file> - Kopia pliku"
" fg <path> - Zmiana katalogu"
" fj <path> - Zmiana dysku"
" fq - Pokaż ścieżkę aktualnego katalogu"
" fm <ld#> <rule> <cluster size> - Stwórz system plików"

Problemem nieprawidłowej konfiguracji bufora, bądź pojawienie się krótkich zaników połączenia między elementami, powoduje zapis "krzaczków" zamiast zrozumiałego w odczycie tekstu:

\$`ÖÑ□yożý×sĚ5Ç_aoî?ß;~úŽăi‡zzÖŽ±©oýCũŤ=Ť"«} {tĚăěýoŇycĎ•tî□eĎvŮy%łĲŕñŮ}ß
^Š □zmÖ”»%oV {•Ť|ąłŮ—«×O

W takim wypadku najpierw należy sprawdzić, czy prawidłowo skonfigurowano połączenie SPI.