

POLITECHNIKA WARSZAWSKA

Wydział Transportu

Zespół Eksploatacji Systemów Trakcyjnych i Wyposażzeń Elektrycznych w Transporcie

GRANT REKTORSKI

**DLA
STUDENCKIEGO KOŁA NAUKOWEGO
ELEKTROTECHNIKI W SYSTEMACH TRANSPORTOWYCH
KNEST**

TEMAT:

**„ZDALNIE STEROWANY GĄSIENICOWY
POJAZD POMIAROWY ”**

Opiekun:

dr inż. Piotr Tomczuk

Dane kontaktowe:

Wydział Transportu Politechniki Warszawskiej

Gmach Nowej Kreślarni, p.220,

tel.234 -77- 52,

e-mail: ptomczuk@it.pw.edu.pl

Studenci SKN KNEST

Koordynatorzy projektu:

1. Wojciech Stępień

2. Krzysztof Pieńkowski

3. Piotr Krawcow

Warszawa 2009r.



ZDALNIE STEROWANY GĄSIENICOWY POJAZD POMIAROWY

Sprawozdanie z realizacji Grantu Rektorskiego

Studenci SKN KNEST

**Warszawa 2009
www.knest.it.pw.edu**

Wstęp

Celem głównym projektu była budowa pojazdu do pomiaru wielkości fizycznych. Zadaniem pojazdu jest pomiar wartości czynników środowiskowych zgodnie z wytycznymi pomiarowymi. Pomiary mogłyby być wykonywane w pomieszczeniach zamkniętych lub w wyznaczonym terenie. Przykładowa wielkość mierzona przez pojazd to natężenie oświetlenia oraz rejestracja obrazu otoczenia robota za pomocą kamery. Możliwe jest przystosowanie pojazdu do pomiaru innych wielkości istotnych ze względu na charakter pracy wykonywanej w badanym obiekcie.

Czujnik pomiarowy i kamera zostały umieszczone na bezprzewodowym pojeździe wolnobieżnym, rejestrującym i przekazującym w sposób ciągły zmierzoną wielkość do zdalnego odbiornika stacjonarnego – komputera PC. Zadaniem pojazdu było wykonanie serii pomiarów podczas przejazdu po trasie. Umieszczenie przyrządów pomiarowych na pojeździe ma tę zaletę nad czujnikami zamocowanymi na stałe, że można dokonać pomiaru praktycznie w każdym punkcie pomieszczenia w sposób systematyczny i powtarzalny. Przeprowadzone systematycznie badanie umożliwia wyeliminowanie w sposób natychmiastowy ewentualnych odchyłek od przyjętych norm lub przepisów bezpieczeństwa i ciągłą kontrolę nad aktualną wartością mierzonego czynnika. Ponadto pomiary wykonywane w ten sposób eliminują potrzebę korzystania z usług wykwalifikowanego personelu. Może on znaleźć zastosowanie w obiektach przemysłowych, gdzie ciągły nadzór nad pozornie błahymi parametrami byłby zbyt uciążliwy dla personelu technicznego. Kolejną zaletą takiego rozwiązania jest wykonanie pomiarów bez czynnego udziału człowieka w warunkach niebezpiecznych dla jego zdrowia i życia.

Opisany wyżej projekt umożliwił zapoznanie się studentom, członkom Koła Naukowego Elektrotechniki w Systemach Transportowych z podstawami konstrukcji urządzeń elektronicznych. Pozwolił na poszerzenie wiedzy z zakresu elektroniki, telematyki i mechaniki. Zbudowanie i zastosowanie takiego pojazdu pozwoli na prezentację efektów pracy Koła naukowego szerszemu gronu osób zainteresowanych przez udział w konkursach i zawodach, oraz na konferencjach Kół Naukowych.

Harmonogram pracy

MIESIĄC	ZADANIE
Maj 2009	Wykonanie projektu pojazdu
Czerwiec 2009	Zakup głównych podzespołów pojazdu i rozpoczęcie prac konstrukcyjnych
Listopad 2009	Zakończenie budowy pojazdu
Grudzień 2009	Opracowanie sprawozdania

Konstrukcja pojazdu

Pojazd pomiarowy wykonano samodzielnie w oparciu o wiedzę i doświadczenia zdobyte nad budową układu w fazie prototypowej. W ramach zadań projektowych opracowano koncepcję budowy pojazdu gaśnicowego.

Wykonano zdalnie sterowaną platformę gaśnicową wyposażoną w podstawowe elementy napędu, zasilania, sterowania i pomiaru wielkości fizycznych. Zadaniem pojazdu jest zdalna obserwacja otoczenia i pomiar wybranych czynników środowiskowych zgodnie z wytycznymi pomiarowymi.

W fazie prototypu analizowano różne koncepcje sterowania pojazdem. Ze względu na wielozadaniowość zdecydowano się na zastosowanie płyty głównej mikroPC ALIX1.D, zaprezentowanej na rysunku 1.



Rys.1. Widok płyty głównej ALIX 1.d

Zastosowana płyta główna typu embedded ALIX.1D miniTX jest najnowszym produktem firmy PC Engines. Została wyposażona w wydajny procesor AMD Geode taktowany z szybkością 500 MHz. Wyposażona w 256 MB pamięci SDRAM umożliwia współpracę urządzenia z takimi systemami jak np. Linux (Debian,Ubuntu itp.), Windows (2000,XP). ALIX.1DminiTX jest w pełni kompatybilny z systemem MikroTikco umożliwia zastosowanie płyty jako wydajna stacja bazowa. ALIX.1D miniTXjest idealnym rozwiązaniem w miejscach gdzie zastosowanie standardowych płyt ATX jest nie możliwe ze względu na rozmiary lub sposób zasilania (samochody, małe pomieszczenia gospodarcze itd.). Ze względu na brak elementów mechanicznych (wiatraki, wentylatory itp.) urządzenie jest niezwykle ciche co znacznie podwyższa komfort pracy.

Płyta główna posiada szereg wejść/wyjść umożliwiających współpracę płyty z różnymi urządzeniami peryferyjnymi.

Płyta ALIX idealnie nadaje się jako baza pojazdu zdalnie sterowanego przy wykorzystaniu kart rozszerzeń WLAN.

Dostępne złącza :

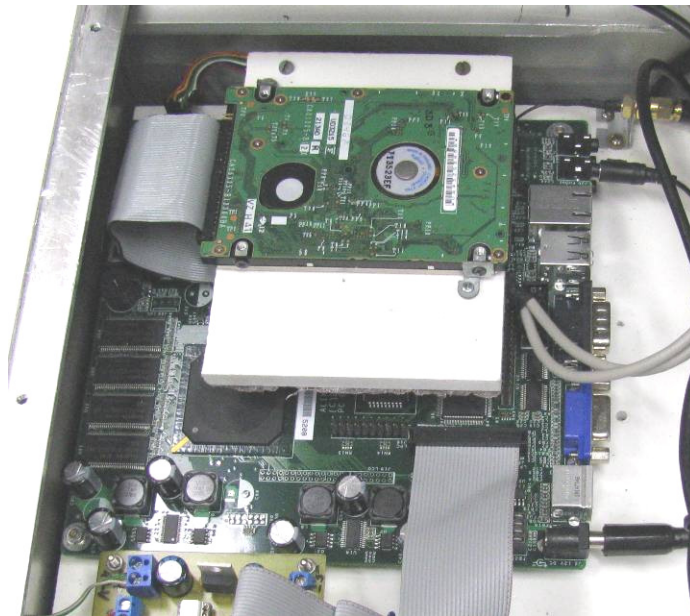
- PS2 do podłączenia klawiatury zewnętrznej
- VGA OUT do podłączenia monitora LCD/CRT
- Serial port dla komunikacji za pomocą RS
- Cztery (dwa wyprowadzone) porty USB dla urządzeń peryferyjnych
- Wejścia/Wyjścia Audio
- 1 port ethernet
- 1 slot miniPCI
- 1 PCI slot dla kart rozszerzeń
- CF port dla CompactFlash
- IDE 44 pin port dla zewnętrznych dysków twardych
- 1 port LPT
- 1 złącze GPIO
- 1 złącze LPC dla zewnętrznych pamięci EPROM
- kontroler VGA
- kontroler dźwięku

Najważniejsze cechy płyty głównej ALIX:

- Procesor AMD Geode 500 MHz Geode LX800
- 256 MB SDRAM
- Jeden port ethernet (VIA VT6105M 10/100)
- Jeden slot miniPci
- Jeden slot PCI
- Wsparcie dla systemów Linux,Windows,MikroTik
- Slot CF dla Compact Flash
- Ide port dla dysków twardych
- Wbudowany układ graficzny oparty na chipsecie Winbond
- Wbudowany układ dźwiękowy oparty na chipsecie Realtek

- Dwa wyprowadzone porty USB 2.0
- Zasilanie przez zasilacz prądu stałego lub passive PoE, min. 7V, max 20V
- Mały pobór prądu: 0.4 - 0.5 A
- Możliwe zasilanie akumulatorowe - 12 V DC
- Trzy diody LED na przednim panelu
- Sloty, LPC bus, 4x USB
- Interfejsy I/O port szeregowy DB9
- Wymiary płyty 160 x 160 mm
- Firmware tinyBIOS

Na rysunku 2 zamieszczonym poniżej pokazano zmontowaną w pojeździe, kompletną płytę główną.



Dzięki zastosowaniu karty Wi-Fi typu miniPci (rys.3) firmy Wistron CM9 możliwa stała się komunikacja bezprzewodowa z płytą ALIX.



Rys.3. Moduł komunikacyjny WI- FI WISTRON_NEWEB CM9

Moduł miniPCI WISTRON_NEWEB CM9 w najnowszej wersji opartej na chipsecie Atheros 5004X/5213 pracuje we wszystkich trzech standardach 802.11a/b/g 2.400GHz-2.483GHz oraz 5.15GHz-5.85GHz. Moduł obsługuje tryby "Super-G" oraz Super A/G pozwalające na uzyskanie połączeń z

prędkością 108 Mbps, umożliwia skorzystanie z technologii Atheros - Extended Range oraz jest w pełni zgodne (backward compatibility) z wcześniejszymi wersjami.

Unowocześniona konstrukcja modułu sprawia, że w porównaniu z poprzednikami cechuje się dużo mniejszym poborem prądu (o prawie 100mA). Zastosowanie pełnego, referencyjnego (Atheros) rozwiązania opartego na układzie 5004X umożliwia skorzystanie z technologii Atheros Extended Range pozwalającej dzięki bardzo podwyższonej czułości toru radiowego sięgającej -105dB na uzyskanie znacznie zwiększonego zasięgu transmisji. W zwykłych trybach a/b/g czułość i moc tylko nieznacznie (~1 dB) ustępuje renomowanym, najnowszym modułom Aries 2 firmy Senao, powszechnie uznawanym za wiodące na rynku pod względem parametrów toru radiowego.

Moduły Wistron-NeWeb CM9 bardzo dobrze współpracują ze sterownikami dla chipsetu Atheros w systemie MikroTik i świetnie sprawdzają się w rozwiązaniach mostów radiowych i stacji bazowych opartych na tym systemie. Dzięki nowoczesnej konstrukcji (technologia Atheros Super AG) cechuje je bardzo wysoka wydajność (znacznie wyższa niż w przypadku rozwiązań opartych na PRISM), pozwalająca na transmitowanie bardzo dużych ilości danych (pakietów/s) na duże odległości z rzeczywistą przepustowością rzędu 60-70 Mbps przy bardzo niskich czasach opóźnień. Karty posiadają dwa wyjścia antenowe w standardzie U.fl (SMT Hirose ultra miniature coaxial connectors) umożliwiające przyłączenie anteny zewnętrznej.

Najważniejsze cechy:

- Moduł radiowy: Atheros AR5213, AR5212
- Obsługiwane standardy 802.11a, 802.11b, 802.11g
- Moc 802.11b - 18 dBm
- 802.11g - 18 dBm @6 Mbps, 15dBm @54 Mbps
- 802.11a - 17 dBm @6 Mbps, 13dBm @54 Mbps
- Bezpieczeństwo WEP 64/128/152 bit, AES-CCM, TKIP, RADIUS
- Złącze antenowe 2x U.FL.
- Zasilanie 3.3V +/-5% max
- pobór prądu 430mA
- Wymiary 59.75mm x 44.60mm x 5mm

Do komunikacji wykorzystano anteny Gold Wireless SAO-24009 (rys.4) charakteryzuje się bardzo dużym wzmocnieniem 9dBi, największym z dostępnych dla anten wewnętrznych "patyczkowych". Duże gabaryty pomagają lepiej pokryć obszar. Znakomite VSWR zwłaszcza dla skrajnej części pasma.

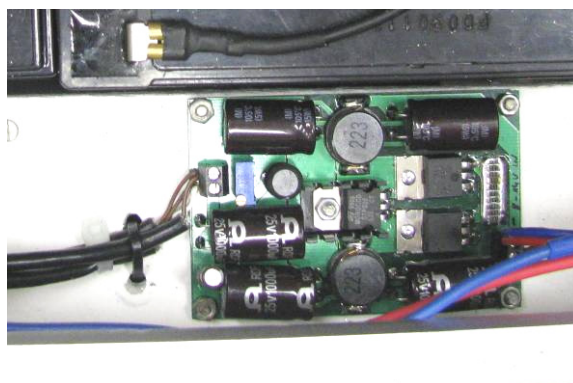
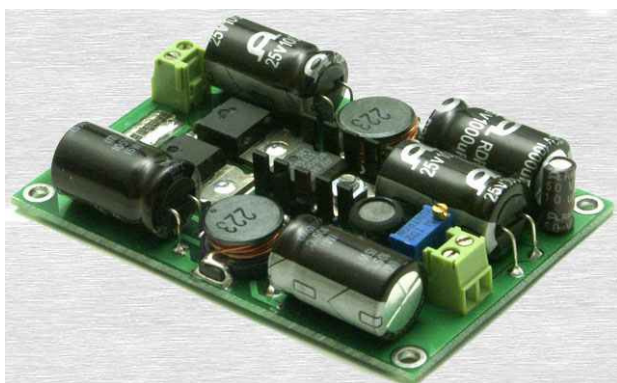


Rys.4. Antena Gold Wireless SAO-24009

Specyfikacja techniczna anteny :

- Antena dookólna
- Zakres częstotliwości: 2,4 GHz - 2,5 GHz
- Zysk: 9 ± 0.5 dBi
- VSWR < 1.5
- Impedancja: 50 Ohm
- Polaryzacja: Pionowa
- Maksymalna moc: 50 W
- Kąt promieniowania Poziomy: 360°
- Pionowy 16°
- Zakres temperatur -20°C - $+65^\circ\text{C}$
- Wymiary 375 mm
- Waga 60 g
- Złącze RSMA

Płyta główna Alix zasilana jest z akumulatora żelowego 7Ah 12V poprzez przetwornicę (rys.5), stabilizującą napięcie zasilania na poziomie 12V, niezależnie od obciążenia.



Rys.5. Przetwornica DC/DC 12V

W projekcie zastosowano przetwornicę podwyższającą, dwu-fazową o bardzo małych szumach i tętnieniach prądu wejściowego i napięcia wyjściowego.

Jest to mała przetwornica o bardzo dużych możliwościach, wymiary: 80mm x 53mm x 16mm, daje to ponad $1\text{W}/\text{cm}^3$ dla mocy wyjściowej 70W. Dzięki zastosowaniu dwóch dławików które pracują w

przeciw fazie, prąd w nich jest o połowę mniejszy niż w konwencjonalnej przetwornicy i jest pobierany na przemian, co eliminuje duże skoki prądu pobieranego z akumulatora.

Parametry przetwornicy:

- Napięcie wejściowe - 10V do 15V DC
- Napięcie wyjściowe - 12V do ($U_{we} \times 1,8 - 2$).
- Napięcie tętnień - max.20mVpp
- Sprawność maksymalna - 88%
- Moc wyjściowa maksymalna dla 12V, $P_{max} = 66W$
- Prąd wyjściowy ciągły dla $U_{we}=12$, $I_{max} = 3,5-4A$
- Zabezpieczenie przeciążeniowe - $> 8A$ prądu wejściowego
- Częstotliwość pracy - 200kHz. Po 100kHz na każdą fazę.

Do transmisji obrazu ze względu na odporność na zakłócenia i możliwy do uzyskania duży zasięg zdecydowano się na zastosowanie kamery Wi-Fi. Zakładany zasięg kamery - do 100m w terenie otwartym. W terenie zabudowanym i w budynku zasięg będzie ograniczony (realnie około 40-50m) i jest zależny od zastosowanej anteny.

Wybór padł na kamerę Edimax 7000 PTn (rys.6.):



Rys.6. Kamera Edimax IC-7000PTn

W kamerze IC-7000PTn zastosowano mechaniczny obiektyw z funkcją obrotu i pochylania o kąty $\pm 355^\circ$ w poziomie i $\pm 120^\circ$ w pionie, sterowany przez przeglądarkę internetową. Pozwala to na ustawienie

poła widzenia oraz na śledzenie wnętrza pomieszczeń. Kamera obsługuje dwa tryby wideo: MJPEG i MPEG-4, co pozwala na optymalizację jakości obrazu i przepustowości połączenia internetowego.

Kamera Edimax została wyposażona w funkcję wykrywania ruchu, co pozwala użytkownikom na zdefiniowanie do 3 obszarów w polu widzenia i skonfigurowanie kamery do wysyłania zdjęcia zdarzenia pocztą elektroniczną, po wykryciu ruchu w zdefiniowanym obszarze. Ponadto urządzenie posiada wbudowany czytnik kart, który pozwala na zapis zdarzenia lokalnie na karcie SD lub SDHC, oraz wyjście audio do podłączenia głośników i wejście do podłączenia mikrofonu, co pozwala na dwukierunkową komunikację z odległych lokalizacji.

Kamera IC-7000PTn obsługuje zabezpieczenie hasłem tak, że szereg użytkowników może się jednocześnie zalogować na kamerze i uzyskać podgląd do obrazu z kamery. Funkcja DDNS pozwala użytkownikom na skonfigurowanie indywidualnego adresu sieciowego, pod którym kamera będzie dostępna z Internetu, także przy zmiennym adresie IP. Funkcja UPnP pozwala na dostęp do kamery także bez znajomości jej adresu IP. W celu bezpiecznej transmisji wideo kamera IC-7000PTn obsługuje zabezpieczenia sieci bezprzewodowych WEP, WPA oraz WPA2.

Parametry kamery IC-7000PTn:

- Interfejs: LAN RJ45, WLAN,
- Obsługiwane protokoły - IEEE802.3 IEEE802.3u
- Typ sensora CMOS
- Czułość 1
- Maks. rozdzielczość 1024x768
- Kompresja Video - Dwukierunkowa transmisja audio
- 2 tryby pracy wideo: MPEG 4 oraz Motion-JPEG
- Format rejestracji – Video (AVI)
- Format zdjęć – Picture (JPEG)
- Kąty widzenia: H355°, V120°
- Focus - Soczewka 5 mm
- Manual Focus, F=2.8
- Funkcje Image Video
- Możliwość ustawienia zdefiniowanej drogi śledzenia obrazu.
- Funkcja aparatu cyfrowego
- Wbudowany mikrofon
- Zarządzanie WWW, program obsługujący do 16 kamer jednocześnie
- Obsługa 4 konta użytkownika i 1 konta administratora
- Zasilanie 12V DC, 1A
- Wymiary (wys x szer x gł) 108mm x 112mm x 108mm

Do lokalizacji położenia, oraz śledzenia pojazdu wykorzystano moduł GPS QSTARZ BT-Q1000P (rys. 7) podłączony do płyty głównej za pomocą złącza USB.



Rys.7 Moduł GPS QSTARZ BT-Q1000P

Parametry GPS QSTARZ BT-Q1000P:

Hardware:

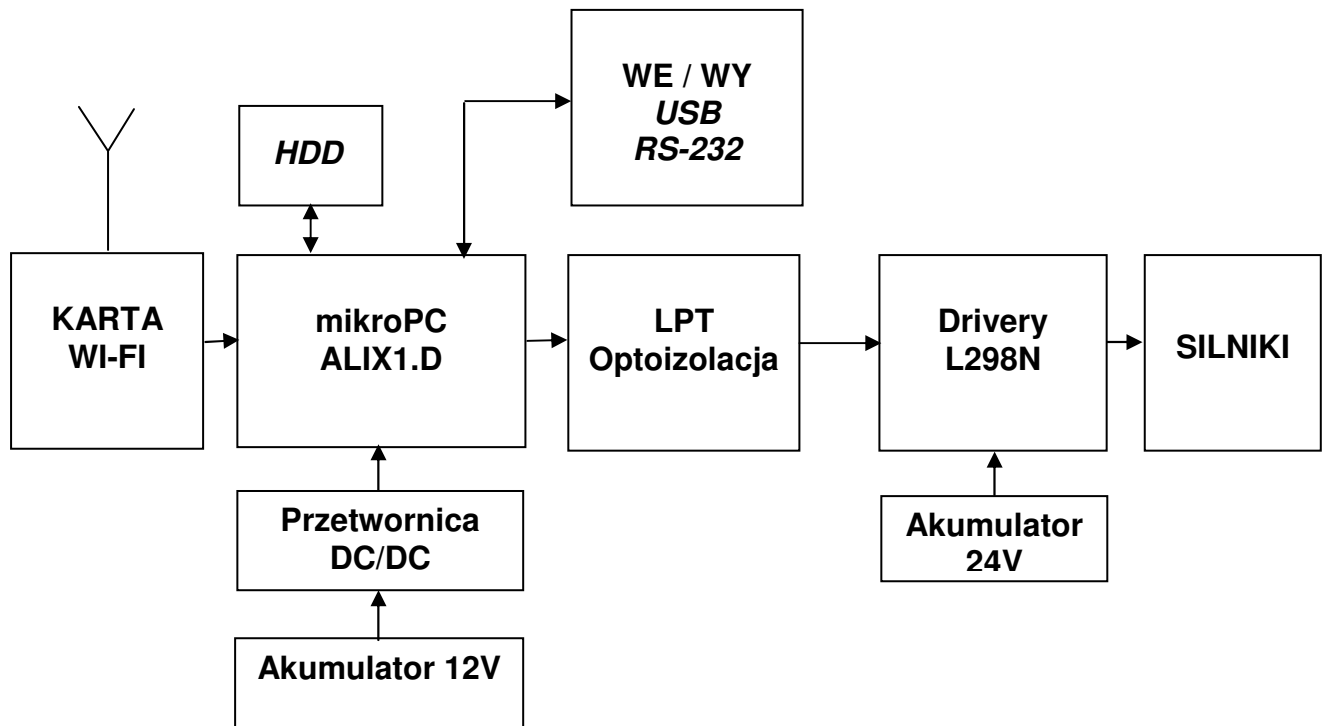
- Chipset MTK o bardzo wysokiej czułości wynoszącej -158dBm oraz możliwości śledzenia 51 źródeł danych telemetrycznych
- Niskie zużycie energii - do 32h pracy podczas zapisów tras
- Autonomiczny logger tras zdolny do zapisania 200,000 punktów drogowych
- Proste przełączanie pomiędzy trybem nawigacji (NAV) a trybem logowania (LOG (Navigation + Log))
- Możliwość pracy w wielu trybach logowania (Vehicle, Bicycle, Jog)
- Możliwość ręcznego zaznaczenia punktu POI w podróży
- Szybki Fix ,zimny start w 36s, ciepły start w 33s, gorący start w 1s
- Funkcja auto-uśpienia pomagająca w oszczędzaniu energii
- Osobista/przenośna nawigacja GPS (PDA, Smartphone, PC, etc.)
- Wspomaganie systemów różnicowych WAAS+EGNOS+MSAS

Software:

- Podwójne, wielojęzykowe oprogramowanie dołączone do zestawu.
- Obsługa Google Maps oraz interfejsu użytkownika opartego o wizualizację.
- PC Utility V3 pozwala na bardzo szczegółową konfigurację urządzenia
- PC Utility V4 z wbudowaną obsługą Google Maps
- Możliwość edycji zapisanych tras
- Aktywny protokół NMEA z sentencjami VTG / GLL
- Zapis tras w formatach GPX / PLT / CSV / NMEA / Google Earth.
- Możliwość bezpośredniej wizualizacji trasy w programie Google Earth
- Wsparcie dla geotaggingu i łatwego generowania plików KMZ

Docelowa aparatura obserwacyjna i pomiarowa może być umieszczona na bezprzewodowym pojeździe wolnobieżnym, wykonanym w formie pojazdu gąsienicowego. Dane mogą być wymieniane poprzez złącza USB (wyprowadzone na zewnątrz pojazdu) i RS232 (zamontowane wewnątrz pojazdu) Konstrukcja pojazdu zapewnia możliwość rozbudowy funkcji pomiarowych w przyszłości.

Schemat ideowy głównej części sterującej pojazdu przedstawiono na rysunku 8.



Rys. 8. Schemat ideowy części sterującej pojazdu

Sterowanie pojazdem oraz obserwacja otoczenia będzie odbywa się za pomocą łącz radiowych z wykorzystaniem standardu WIFI oraz routera LINKSYS WRT 54GL (rys.9)



Rys.9 Router LINKSYS WRT 54GL

Podstawowe parametry routera LINKSYS WRT 54GL

- zgodny z 802.11g pracujący z częstotliwością 2.4GHz,
- przepustowość do 54 Mbps,
- kompatybilność z klientami 802.11b (jednocześnie obsługuje karty Wireless-B z prędkością 11Mbps),
- chipset radiowy: Broadcom BCM2050KML,
- procesor: Broadcom BCM5352EKPB,
- moc nadajnika: 18 dBm (64mW),
- zapewnia: roaming, wybór najlepszego punktu dostępowego, równoważenie obciążenia (load balancing) oraz filtrowanie ruchu pakietów,

- WPA (Wi-Fi Protected Access):
- WPA PSK (Pre-shared key),
- WPA RADIUS,
- 128-bitowe szyfrowanie WEP (Wireless Equivalent Privacy),
- funkcja SES(Secure Easy Setup),
- tablica dostępu / odmowy dostępu definiowana po adresach MAC kart klienckich,
- dwie odkręcane anteny ze złączem R-TNC o zysku 2dBi.

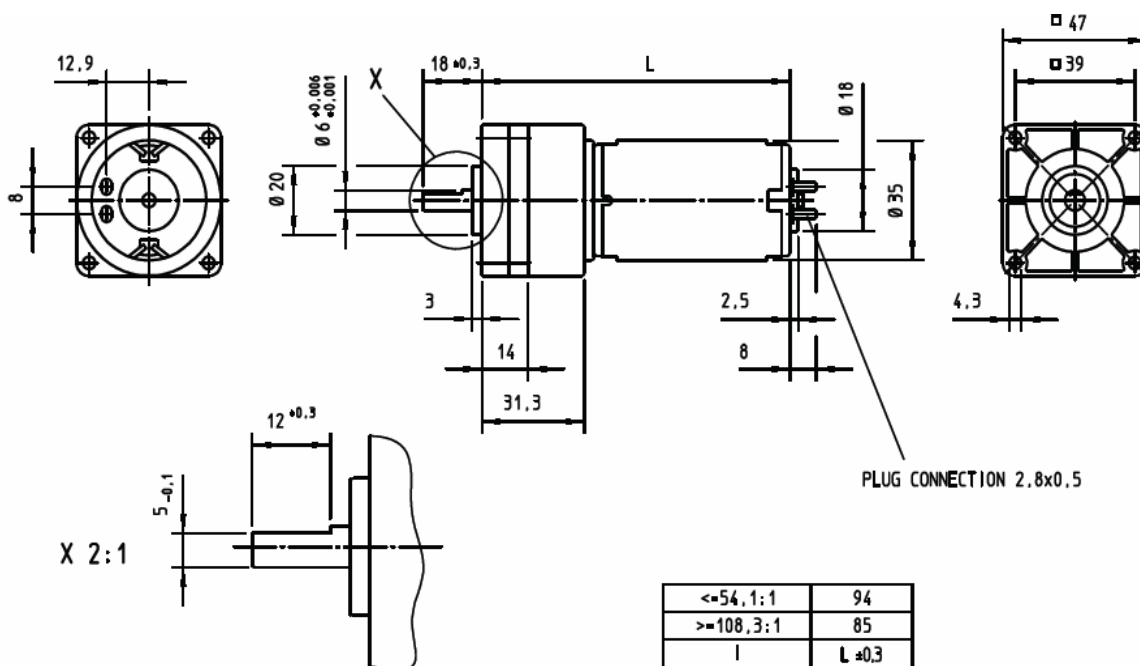
Całość jest nadzorowana z poziomu komputera PC poprzez zastosowanie oprogramowania do pracy zdalnej.

Do napędu wykorzystano cztery komutatorowe silniki prądu stałego 24V typ:1.61.070.324 z zintegrowaną przekładnią firmy Buhler Motor.

Na rysunku 10 zaprezentowano zdjęcie silnika. Rysunek 11 prezentuje podstawowe wymiary montażowe.



Rys.10. Silnik 1.61.070.324 firmy Buhler Motor

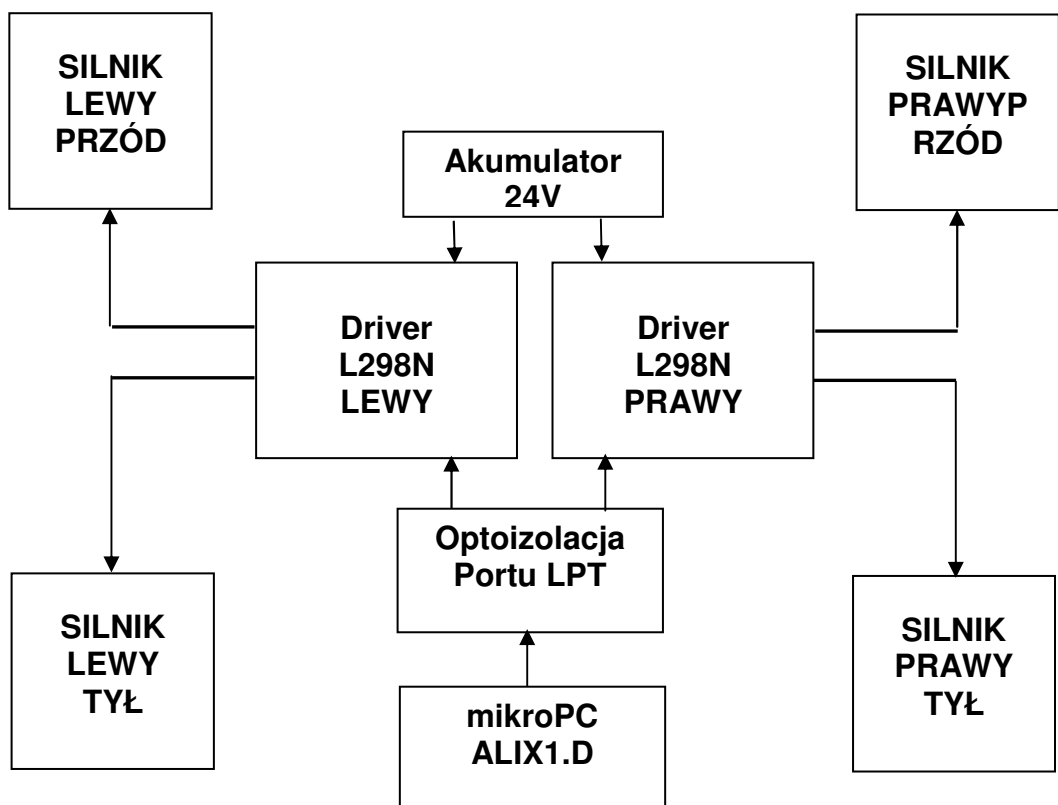


Rys.11. Wymiary montażowe silnika 1.61.070.324

Podstawowe parametry silnika 1.61.070.324:

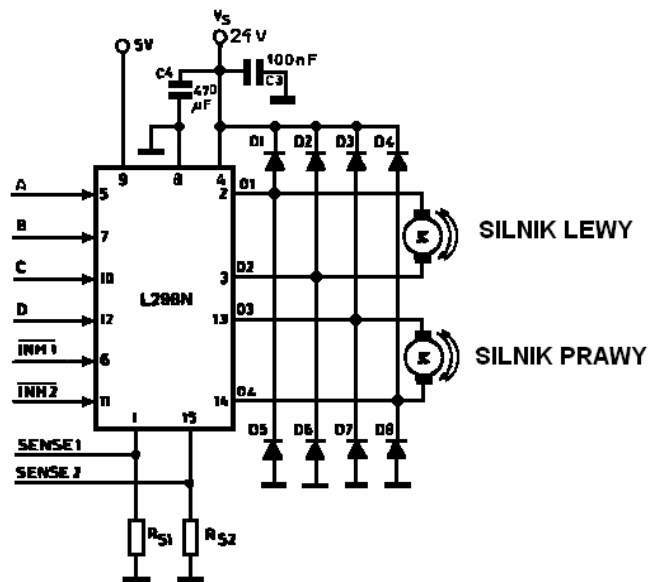
- Napięcie nominalne zasilania 24V
- Prąd nominalny 0,72A
- Moment nominalny 650 mNm (Max. 910mNm)
- Prędkość obrotowa nominalna 103 obr/min
- Rezystancja uzwojenia 12 Ω
- Przełożenie przekładni 25,2 : 1
- Przekładnia 2 stopniowa
- Waga 220g
- IP :40

Schemat blokowy układu sterowania silnikami robota przedstawiono na rysunku 12. Sygnały sterujące pracą driverów generowane są przez płytę główną ALIX poprzez port LPT wyposażony w optoizolację. Silniki zasilane są bezpośrednio poprzez dwa drivery L298N (lewy i prawy) napięciem dwóch akumulatorów 2x12V.

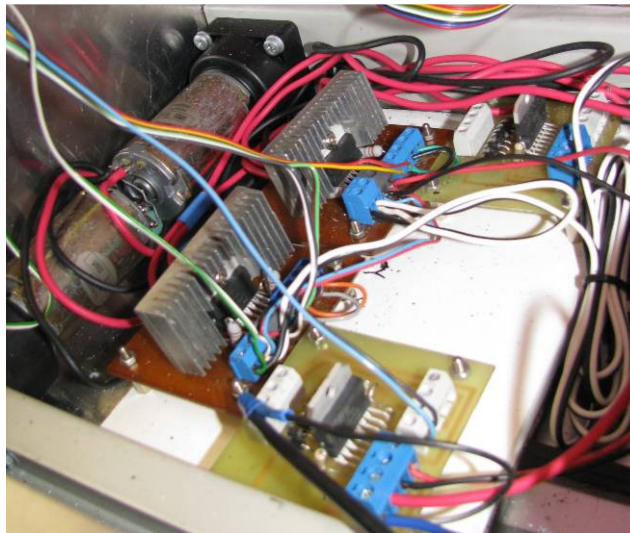


Rys.12. Schemat blokowy układu sterowania czterema silnikami DC

Struktura pełnego mostka H-bridge układu L298N umożliwia sterowanie dwukierunkowe pracą silników za pomocą sygnałów generowanych z komputera PC. Na rysunku 13 przedstawiono schemat elektryczny sterowania dwoma silnikami. W układzie pracują dwa takie mostki pokazane na rysunku 14.



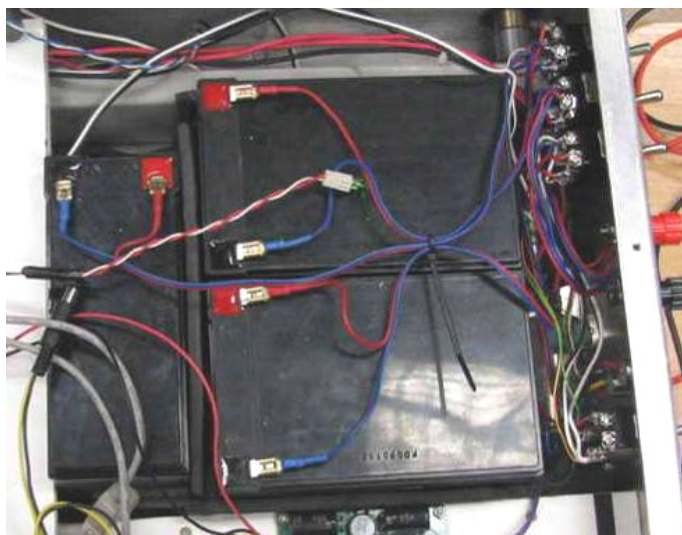
Rys.13. Schemat aplikacyjny mostka L298N



Rys.14. Mostki mocy L298N zamontowane w pojeździe

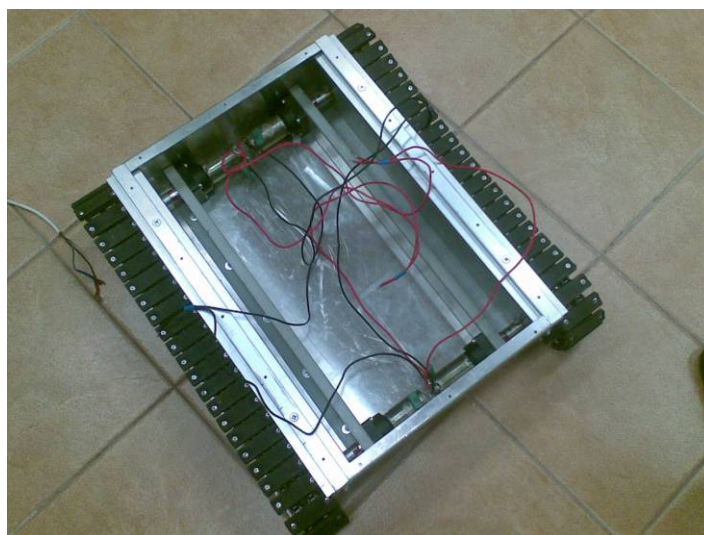
Do zasilania pojazdu wybrano trzy akumulatory żelowe (rys.15):

- 12V 7Ah - do zasilania płyty głównej i kamery WIFI,
- 2 x 12V, 12Ah do zasilania silników.



Rys.15. Akumulatory zamontowane w pojeździe

Na rysunki 16 pokazano sposób montażu silników w pojeździe. Do przeniesienia napędu wykorzystano sprzęgła kłowe (rys.17.).

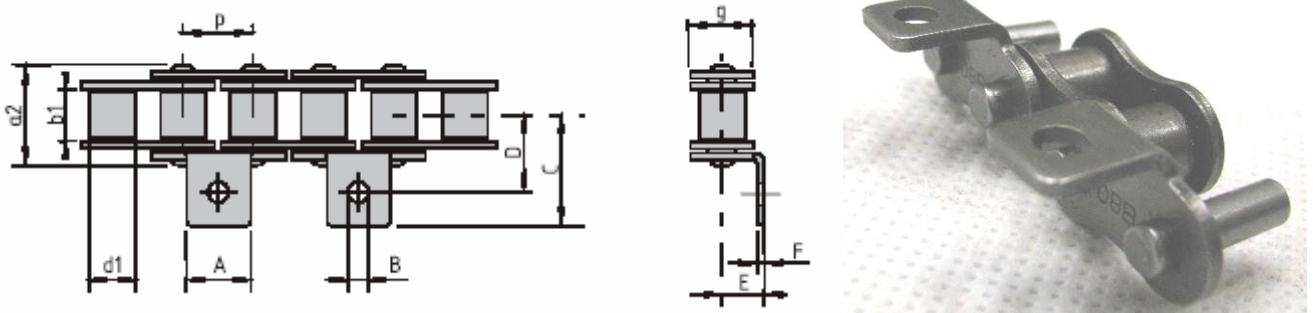


Rys.16. Montaż silników w pojeździe



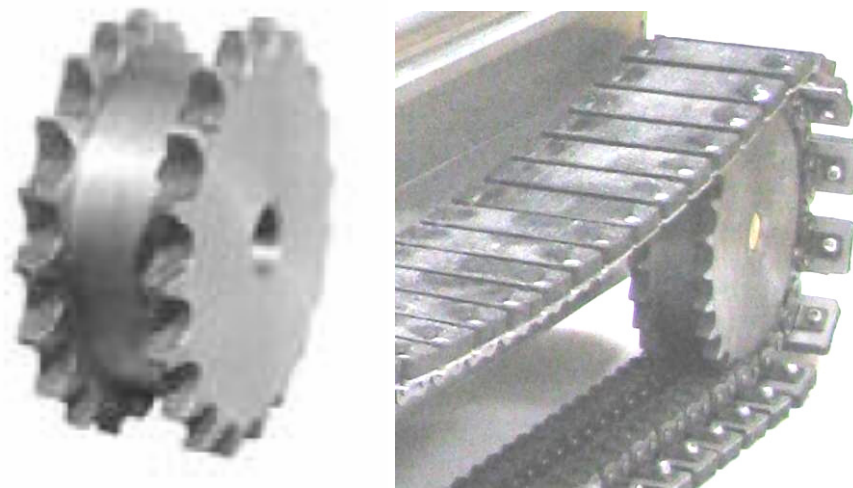
Rys.17. Sprzęgła kłowe

Gąsienice wykonano z dwóch przemysłowych łańcuchów rolkowych (rys.18), zaopatrzonych w boczne zabieraki.



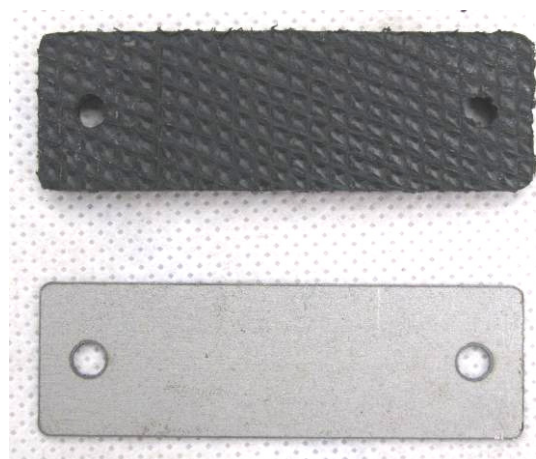
Rys. 18. Łańcuchy rolkowe z zabierakami

Do napędu łańcuchów zastosowano koła łańcuchowe dla dwóch pojedynczych łańcuchów rolkowych (rys.19).



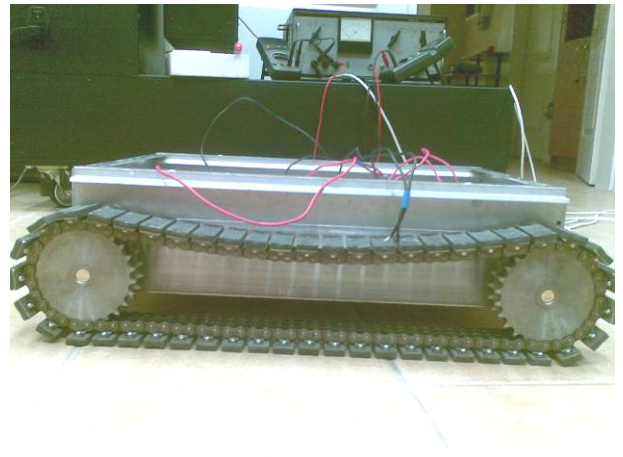
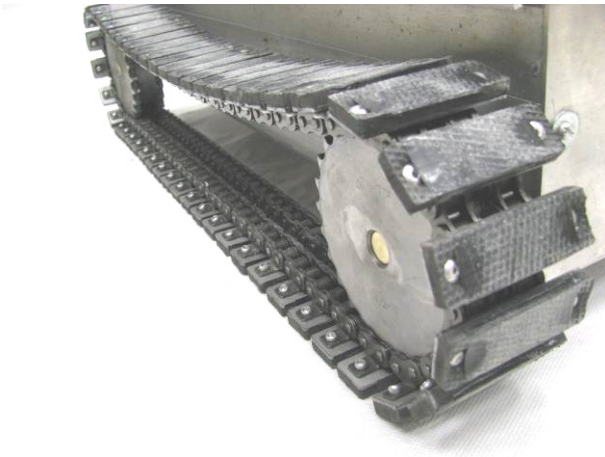
Rys.19. Koła napędowe

Łańcuchy zostały przynitowane do wykonanych z metalu i styrogumy poprzecznych płytek gąsienicy (rys.20).



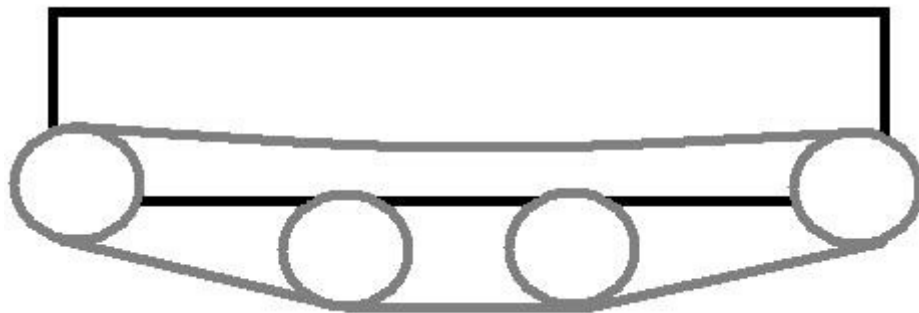
Rys.20.Elementy gąsienicy pojazdu – widok z góry, widok z boku

Zmontowaną gąsienicę pokazano na rysunkach nr 21.



Rys.21. Gąsienica pojazdu – widok z boku

Nieplanowana zmiana masy pojazdu, której powodem było zastosowanie większych akumulatorów, wpłynęła negatywnie na jego zwrotność. Zdecydowano się na zmianę konstrukcji napędu. Zmienione zostanie prowadzenie gąsienic oraz średnica kół napędowych. Takie rozwiązanie przyczyni się do polepszenia zwrotności całego pojazdu i umożliwi sprawną jazdę w warunkach terenowych. Koncepcję zmiany sposobu prowadzenia napędu pokazano na rysunku 22.

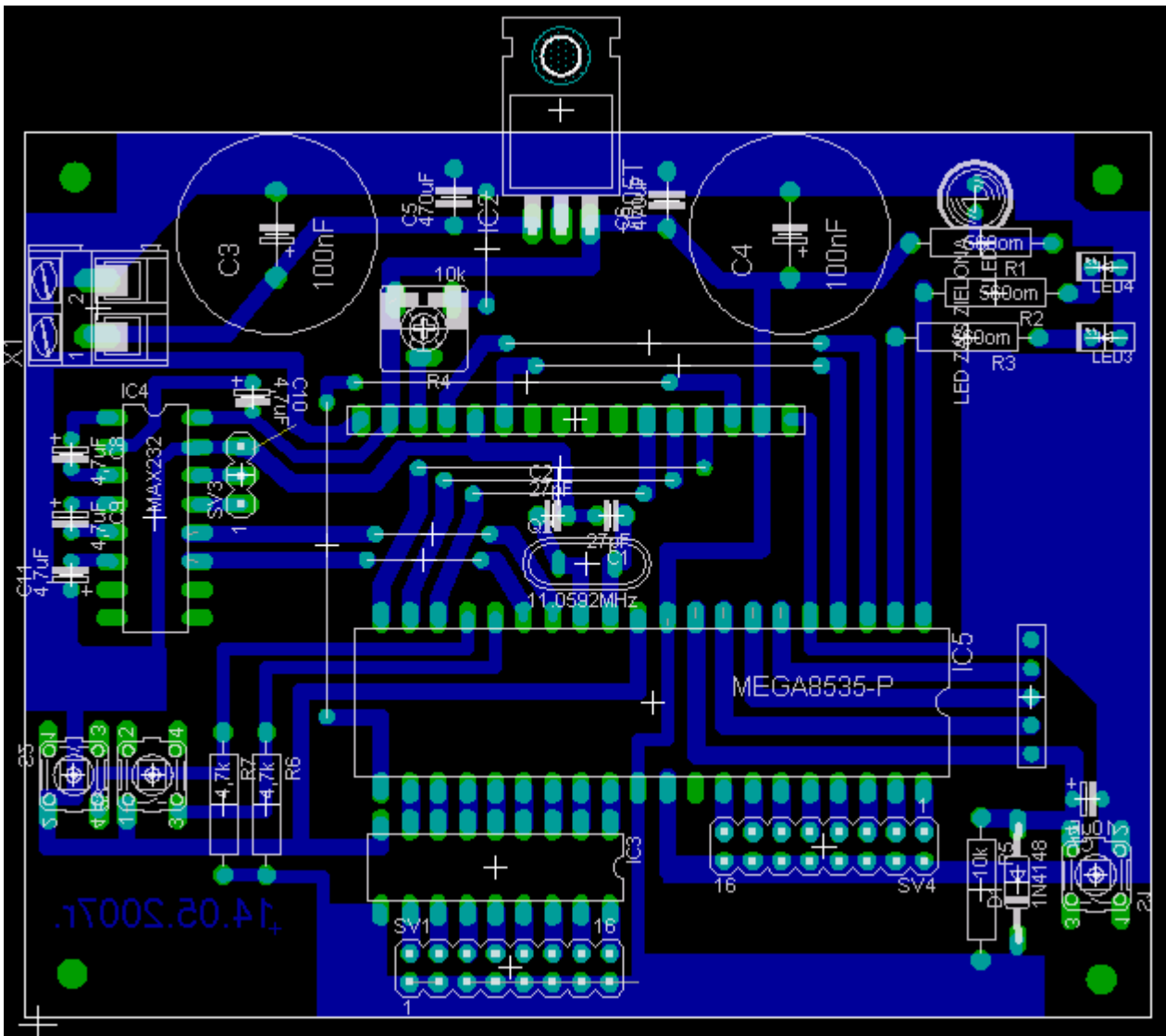


Rys. 22. Koncepcja modernizacji napędu pojazdu.

WYPOSAŻENIE DODATKOWE

Na potrzeby pojazdu wykonano i przetestowano mikroprocesorowy układ elektroniczny, który będzie odpowiedzialny za pozyskiwanie dodatkowych informacji z czujników zamontowanych na pojeździe. Układ elektroniczny oparty na mikrokontrolerze ATmega będzie także odpowiedzialny za komunikację z komputerem PC ALIX.

Schemat układu nadzorującego komunikację oraz odczyt parametrów pomiarowych pokazano na rysunku 23. Na rysunku 24 zaprezentowano ułożenie elementów na płytce.



Rys.24. Płytki pomiarowa i komunikacyjna – schemat ułożenia elementów

Miernik natężenia oświetlenia

Do pomiaru natężenia oświetlenia wykorzystany został Fotometr Lx 105 firmy Lutron pokazany na rysunku 25.



Rys.25 Miernik Lutrom Lx 105

Parametry miernika Luton Lx105:

- Pomiar natężenia światła w szerokim zakresie w luksach i stopokandelach.
- Duży, kontrastowy wyświetlacz LCD, ułatwiający odczyt pomiaru.
- Czujnik pomiarowy - umieszczony w osobnej głowicy, zbudowany z wysokiej jakości fotodiody i filtra korekcji barwy - spełniający wymogi normy CIE.
- Duża dokładność i niezawodność dzięki oparciu konstrukcji na pojedynczym układzie mikroprocesorowym LSI.
- Pamięć dowolnego odczytu oraz wartości maksymalnej, minimalnej i średniej danej serii pomiarów,
- Przełącznik rodzaju oświetlenia: dzienne, żarowe, fluorescencyjne, rtęciowe,
- Pomiar względny natężenia światła (w %),
- Automatyczny wyłącznik zasilania - oszczędność baterii,
- Wbudowany interfejs RS-232C,
- Wskaźnik stanu baterii zasilającej,
- Odporna mechanicznie obudowa o kieszonkowych wymiarach, niewielka masa.

Parametry pomiaru:

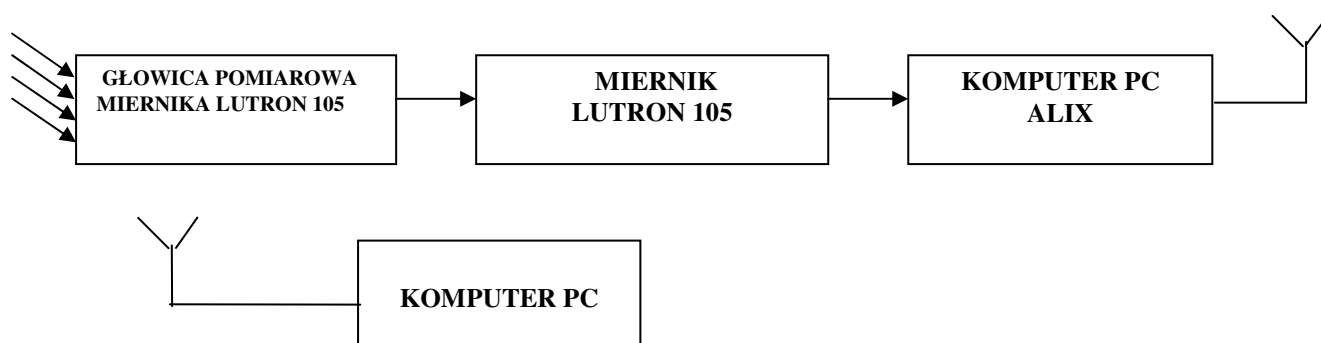
Funkcja	Zakres	Dokładność	Rozdzielczość
	0 - 1999 Lx	$\pm(4\%rdg + 2dgt)$	1 Lx
Luksy (Lx)	2000 - 19990 Lx	$\pm(4\%rdg + 2dgt)$	10 Lx
	20000 - 50000 Lx	$\pm(4\%rdg + 2dgt)$	100 Lx
	0 - 185,9 Fc	$\pm(4\%rdg + 2dgt)$	0,1 Fc
Stopokandele (Fc)	200 - 1860 Fc	$\pm(4\%rdg + 2dgt)$	1 Fc
	2000- 5000 Fc	$\pm(4\%rdg + 2dgt)$	10 Fc

1) rdg - wartość odczytu;

2) dgt - wartość najmniej znaczącej cyfry

Sygnal w standardzie TTL jest transmitowany jest za pomocą portu RS-232C wprost do mikrokomputera ALIX1.D, gdzie zostanie odczytany i wysyłany drogą radiową (Wi-Fi) do komputera sterującego.

Schemat ideowy toru pomiarowego i transmisyjnego pokazano na rysunku 26 :



Rys.26.Schemat blokowy układu pomiaru natężenia oświetlenia

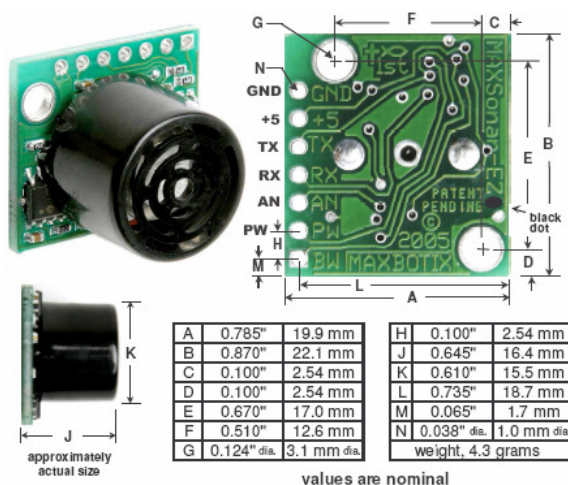
Rysunek 27 zamieszczony poniżej przedstawia widok czujnika pomiarowego zainstalowanego na pojeździe:



Rys.27. Czujnik natężenia promieniowania zamontowany na pojeździe

Dalmierze ultradźwiękowe

Pojazd może zostać opcjonalnie wyposażony z dwa dalmierze ultradźwiękowe. Zdecydowano się na zastosowanie dalmierzy monolitycznych LV-MaxSonar w wersji EZ1 firmy MaxBotix (rys.28). Szerokość wiązki przedstawia rysunek 29.



Rys.28. Wygląd i parametry gabarytowe czujnika ultradźwiękowego

Podstawowe parametry ultradźwiękowego czujnika odległości LV-MaxSonar-EZ1:

- zasięg 0 - 645cm (brak martwej strefy),
- liniowe wzmocnienie sygnału do zmian odległości,
- zasilanie 2,5 - 5 V, 2mA,
- możliwe odczyty z częstotliwością 20Hz,
- trzy metody odczytu: sygnał analogowy, szeregowy 9600baud rate lub pomiar sygnału PWM.

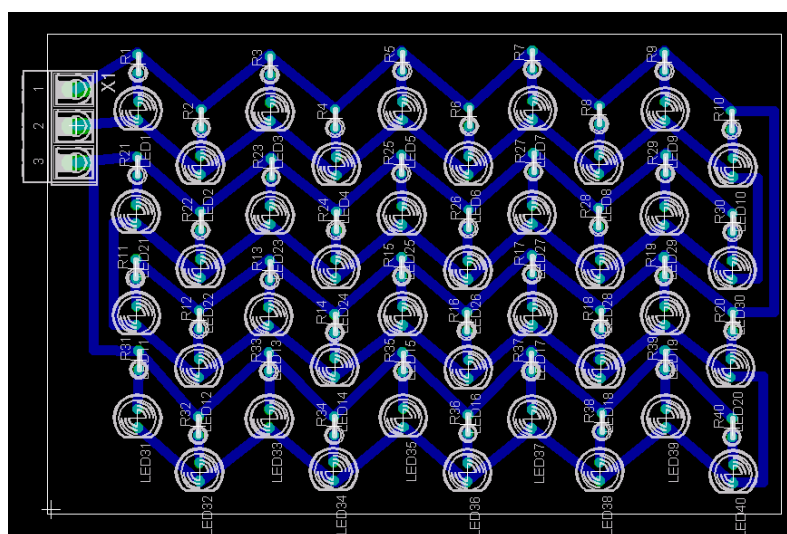
LV-MaxSonar [®] -EZ beam patterns	EZ0™	EZ1™	EZ2™	EZ3™	EZ4™
Detection pattern to a 1/8 inch diameter dowel.					
Detection pattern to a 1/4 inch diameter dowel.					
Detection pattern to a 1 inch diameter dowel.					
Detection pattern to a 3 1/4 inch diameter dowel.					

-5V
+3.3V
V+ supply voltage.
(Distances overlaid on a 1 foot grid.)

Rys.29. Detekcja przeszkód za pomocą wiązki czujnika EZ1

Oświetlacz kamery

Ze względu na możliwość pracy pojazdu w trudnych warunkach oświetleniowych zdecydowano się wykonać oświetlacz w technologii LED. Schemat ułożenia diod LED pokazano na rysunku 30. Rysunek 31 pokazuje lampę oświetlacza zamontowaną na pojeździe.



Rys.30. Ułożenie diod LED oświetlacza



Rys. 31. Oświetlacz zamocowany na pojeździe

Program do prezentacji wyników pomiarów – Komputer PC

W ramach projektu napisano program wizualizujący wyniki pomiarów oraz umożliwiający sterowanie pojazdem poprzez połączenie TCP/IP. Program został napisany w całości przez członków koła naukowego KNEST.

Krótką charakterystyką programu:

- Środowisko programistyczne : Borland Delphi 2005
- Język: Delhi (Object Pascal)
- Odbiór obrazu z kamery : z użyciem oprogramowania producenta
- Transmisja szeregową: AsynchFree

Dwa niezależne bloki funkcjonalne programu :

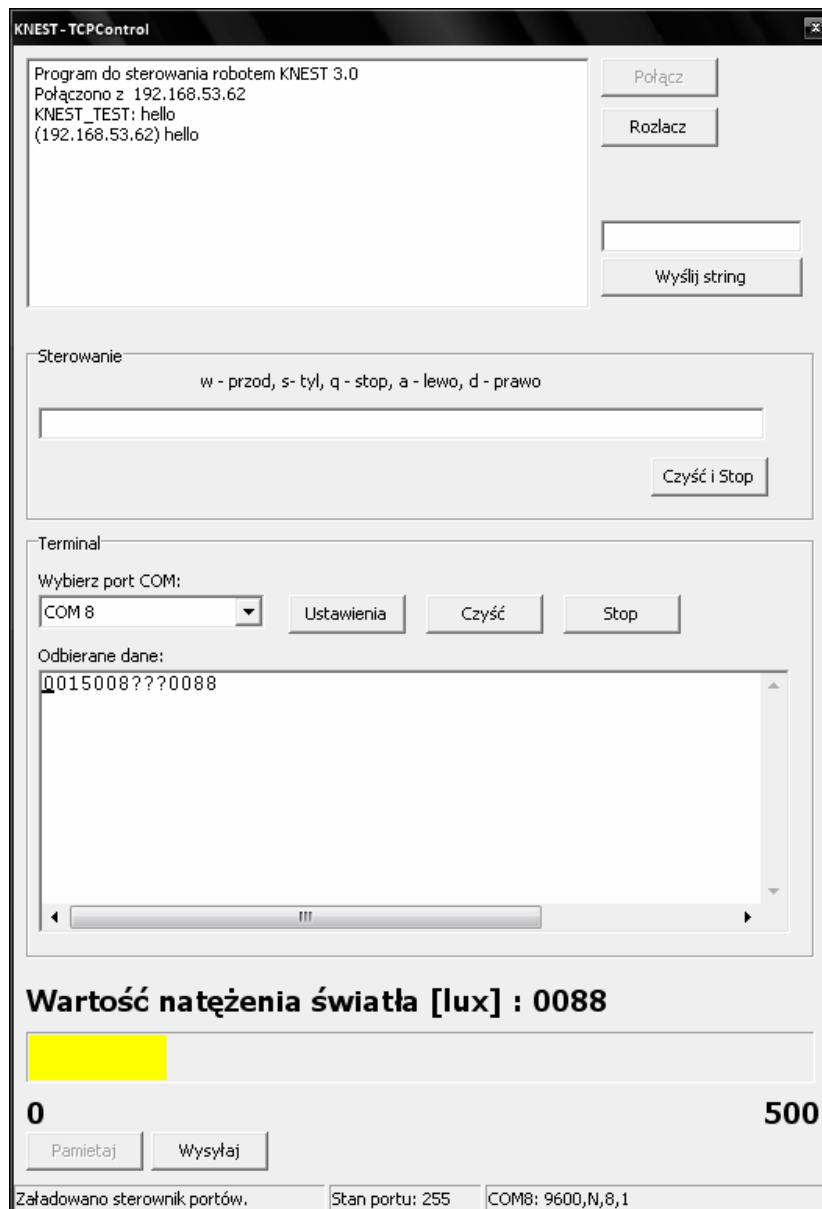
- 1) Sterowanie pojazdem(TCP/IP)
- 2) Transmisja szeregową.(RS232c)

Zasada działania programu:

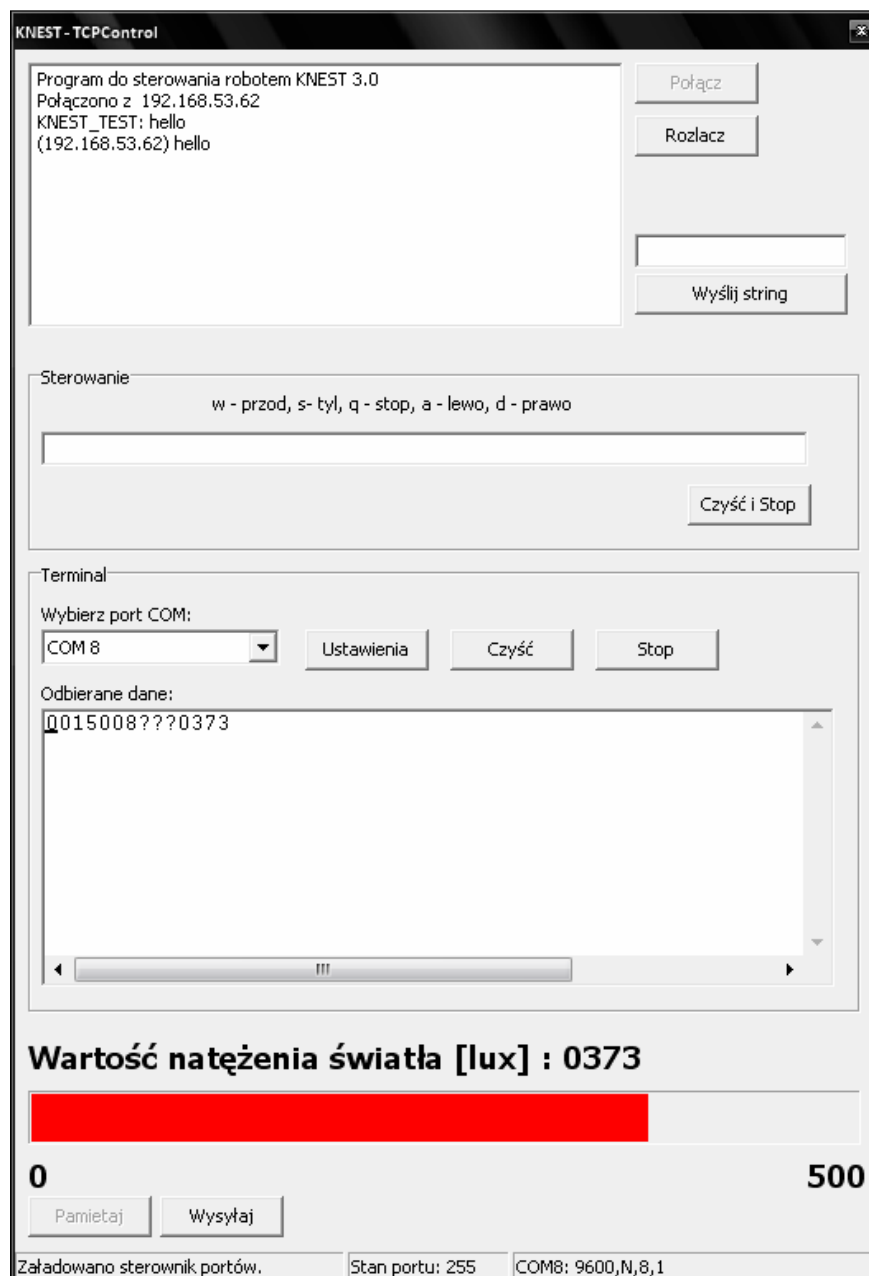
Program został stworzony na potrzeby komunikacji z pojazdem oraz w celu gromadzenia danych z mierników. Sterowanie pojazdem odbywa się za pomocą portu LPT. Podstawą komunikacji między pojazdem a komputerem są tzw. sockety korzystające z protokołu TCP/IP. Komputer jak i pojazd może odgrywać rolę klienta lub serwera. W naszym przypadku pojazd jest serwerem. Po podłączeniu się do odpowiedniej sieci Wi-Fi i ustawieniu parametrów (numeru IP Hosta) nawiązywane jest połączenie między aplikacjami. Wszystkie zdarzenia logowane są w okienku programu a następnie dopisywane do pliku po jego zamknięciu. Od tej pory sterowanie odbywa się na zasadzie przesyłania odpowiednich komunikatów protokołem TCP/IP. Po odebraniu komunikatu jest on odpowiednio interpretowany. W zależności od komunikatu na port LPT wystawiona zostaje wartość z zakresu (0-255) odczytana z pliku INI (w celu uniwersalizacji aplikacji bez potrzeby przekompilowywania). W ten sposób sterowany jest port LPT na płycie głównej pojazdu. Dalej poprzez układ separacji galwanicznej i mostek sterowane są silniki pojazdu i oświetlacz.

Kolejną istotną częścią programu jest moduł do transmisji szeregowej ogrywający rolę terminala jak w systemie Windows. Na bieżąco odczytywane są wartości z bufora portu RS232c (miernik) oraz portu USB (GPS). Aplikacja odpowiednio interpretuje przychodzące dane i wysyła wyniki do klienta.

Na rysunkach 32 i 33 zamieszczonych poniżej przedstawiono przykładowe zdjęcia programu:



Rys.32. Przykładowa reprezentacja danych po połączeniu z klientem

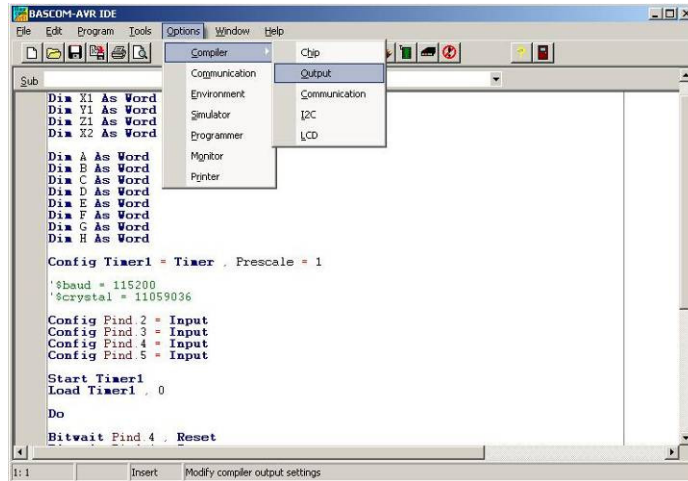


Rys.33. Reprezentacja natężenia w przypadku przekroczenia ustalonej wcześniej granicy (w tym przypadku 300 lx).

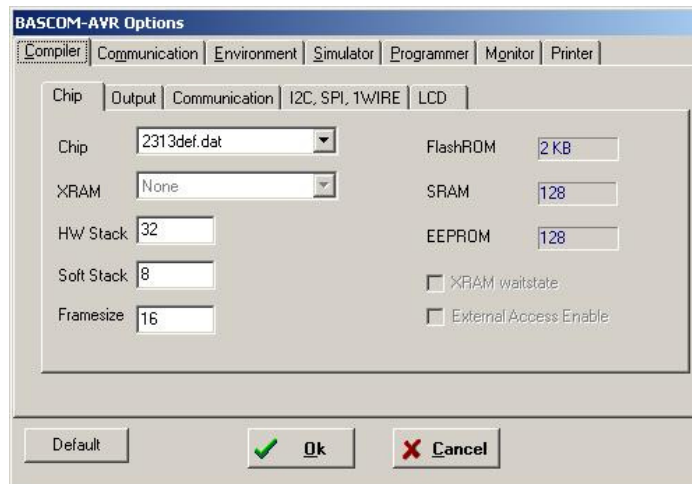
Wstępna konfiguracja programu Bascom AVR do pracy z modułem mikroprocesorowym

Konfiguracja programu Bascom AVR jest stosunkowo prosta i nie powinna nastęczyć większych kłopotów.

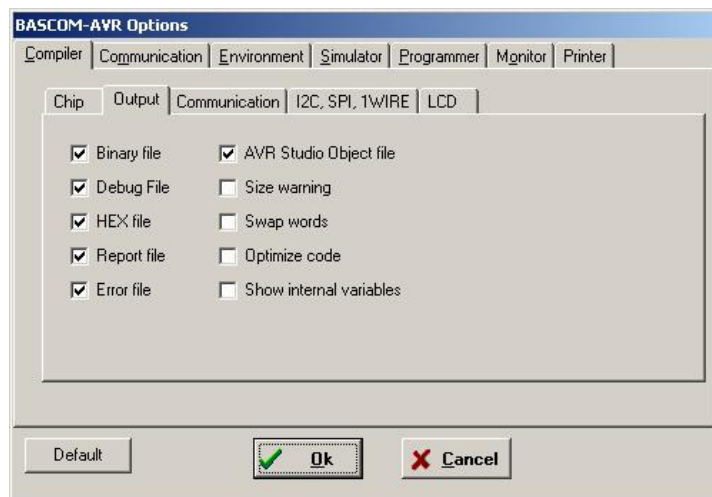
1. Po zainstalowaniu i uruchomieniu aplikacji otwieramy okno
OPTIONS > COMPILER > OUTPUT



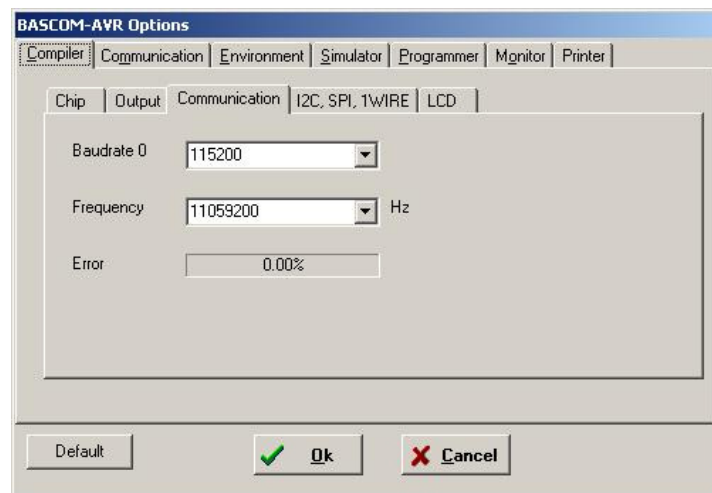
2. Na wstępie wybieramy procesor którego będziemy używali z dostępnych na liście:
(W naszym przypadku - attiny2313.dat lub m8535.dat)



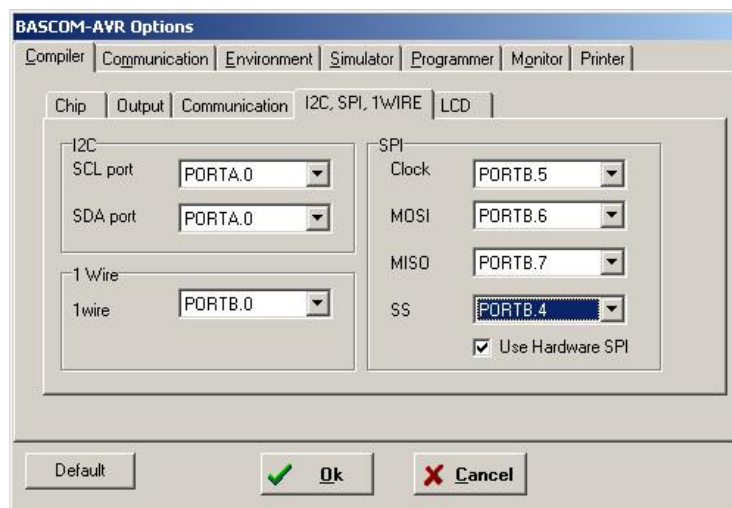
2. Następnie w zakładce OUTPUT zaznaczamy pola plików jakie mają być utworzone przez Bascom po skompilowaniu programu. Do poprawnej pracy programatora należy zaznaczyć wszystkie pola z poniższego rysunku (domyślnie są tak zaznaczone):



3. W zakładce COMMUNICATION ustawiamy prędkość komunikacji przy transmisji szeregowej (domyślnie na 115200) oraz częstotliwość stosowanego rezonatora kwarcowego (zalecane 11,0592 MHz lub 8 MHz).



4. W polach zakładki I²C, SPI, 1WIRE ustawiamy linie portów procesora wykorzystywane przez magistrale komunikacyjne do transmisji. W przypadku używania programatora „Sample Electronic Programmer” zalecane jest załączenie opcji „Use Hardware SPI”



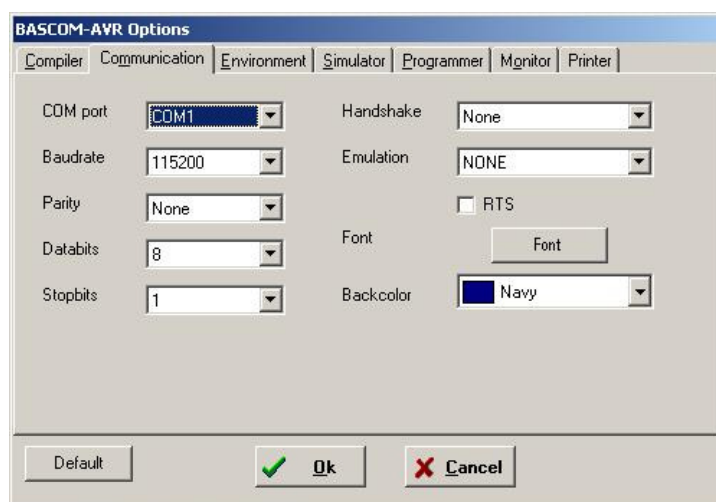
5. W polach zakładki LCD ustawiamy linie portów procesora wykorzystywane przez wyświetlacz LCD do wyświetlania informacji:



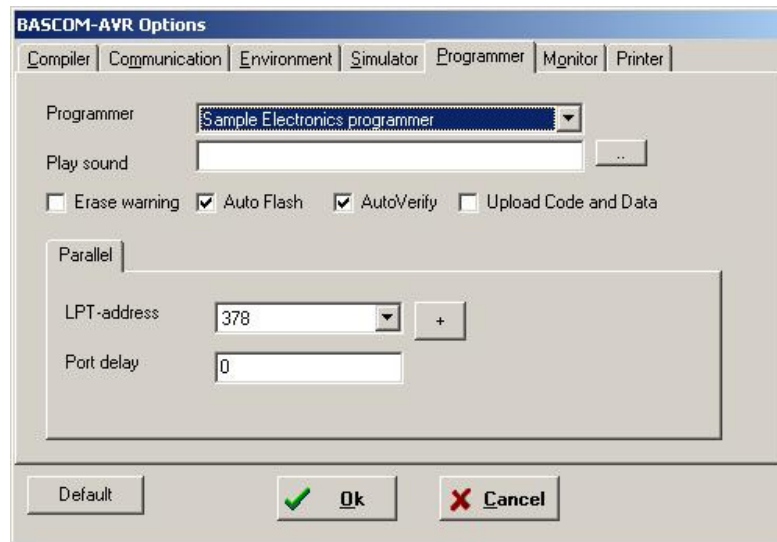
Na tym kończy się konfiguracja ustawień procesora

W dalszej części ustawiamy:

1. W zakładce COMMUNICATION określamy parametry komunikacji komputera z procesorem przez port RS 232 od strony komputera. Konfigurujemy ustawienie według naszych potrzeb i zgodnie z wartościami ustawionymi w komunikacji ze strony procesora.



2. W zakładce ENVIORONMENT ustawiamy parametry użytkowe samego programu, wg. naszej wygody.
3. W zakładce HARDWARE SIMULATOR ustawiamy adres portu przez który będzie odbywać się komunikacja podczas symulacji oraz typ symulatora. Ponieważ na razie nie będziemy przeprowadzać symulacji, więc nie zmieniamy domyślnych parametrów.
4. Okienko PROGRAMMER jest odpowiedzialne za programowanie procesora. W nim wybieramy rodzaj programatora i ustawiamy funkcje programowania procesora.



Programator zalecany to „Sample Electronic Programmer”. Dodatkowo zaznaczamy pola AUTO FLASH oraz AUTO VERIFY. Port LPT , port szeregowy i reszty ustawień nie zmieniamy.

Konfiguracja zakończona

Listing programu do rejestracji danych pomiarowych

```
$regfile = "8535def.dat"
```

```
$crystal = 11059200
```

```
$baud = 57600
```

```
$framesize = 32
```

```
$hwstack = 32
```

```
$swstack = 32
```

```
Config Lcd = 16 * 2
```

```
Config Lcdpin = Pin , Db4 = Portd.4 , Db5 = Portd.5 , Db6 = Portd.6 , Db7 = Portd.7 , E = Portb.3 , Rs = Portb.2
```

```
Config Adc = Single , Prescaler = Auto , Reference = Avcc
```

```
Start Adc
```

```
Const Max_znakow = 5
```

```
Dim Bufor As String * Max_znakow
```

```
Dim Licz_znaki As Byte
```

```
Dim Flaga As Bit
```

```
Enable Interrupts
```

```
On Urxc Odebrano
```

```
Enable Urxc
```

```
Bufor = ""
```

```
*****
```

```
Cls
```

```
Cursor Off
```

```
Dim W As Word , A As Word
```

```
Dim I As Byte
```

```
Dim V As Single
```

```

W = 0

Do

Gosub Pobierz

V = 0.0049 * W

Print V

Locate 1 , 1
Lcd "Nat.swiatla [V]:"

Locate 2 , 1
Lcd Fusing(v , "#.&&&")
Wait 1

Locate 1 , 1
Lcd Bufor

If Flaga = 1 Then
Cls
Reset Flaga
End If

Loop
End

*****
Odebrano:
Disable Urxc

If Licz_znaki < Max_znakow Then
  Incr Licz_znaki
  Bufor = Bufor + Chr(udr)           'zwiększaj o znak w rejestrze
End If








If Licz_znaki = Max_znakow Then
  'Print Bufor
  Bufor = ""
  Licz_znaki = 0
  Set Flaga
End If

Enable Urxc
Return












Pobierz:
For I = 1 To 5
A = Getadc(0)
W = W + A
Next I
W = W / 5
Return





```

Lista elementów kontrolera ATMEGA 8535

Lista elementów kontrolera jazdy – płyta główna			
L.P.	Nazwa	Ilość	Foto/orientacyjna cena/szt
Procesor 1			
1	Procesor <u>ATTINY2313-20PU</u> dil 20	1	 5 zł
2	Podstawka dip 20 precyzyjna	1	 1,5 zł
Blok Zasilacza			
3	Stabilizator LM7805 1,5A	1	 0,6 zł
4	Kondensator 470 uF / 25V	2	 0,8 zł
5	Kondensator 100 nF / 50V	2	 0,15 zł
6	Dioda świecąca zielona 3mm lub 5mm	1	 0,3 zł
7	Rezystor 560 om	1	 0,1 zł
Blok generatora			
8	Kwarc 11,059MHz lub 8MHz	1	 2,2 zł
9	Kondensator 27 pF (od 20p do 35pF)	2	 0,1 zł

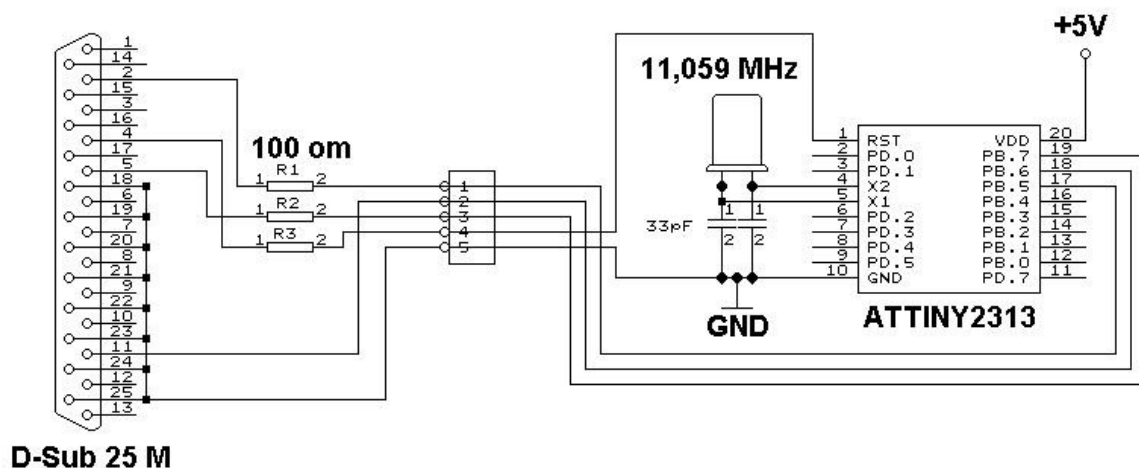
Blok Resetu			
10	Kondensator 10uF / 16V	1	 0,6 zł
11	Rezystor 10 kΩ (0,125W)	1	 0,1 zł
12	Dioda 1N4148	1	 0,1 zł
13	Przycisk Reset 6x6mm h = 5mm Normalnie otwarty	1	 0,5 zł
Złącze Programowarki na płytce			
14	Gniazdo NS25 (lub WF-05S) Lub listwa goldpin 5 pin	1	 0,4 zł
Programowarka (kabel komputer – procesor)			
15	Rezystor 100 Ω 0,125W	5	 0,1 zł
16	Obudowa wtyku żeńskiego NS25 (lub HU-05)	1	 0,6 zł
17	Terminal gniazda NS 25 (lub WF)	5	 0,01 zł
18	Obudowa D-SUB plastikowa prosta 25pin szara	1	 0,9 zł
19	Wtyk męski D-SUB do wlutowania przewodów 25pin	1	 1 zł

20	Przewód linka komputerowy 0,5 mm ² 5 żył w oplocie lub 10 żyłowa taśma kolorowa 0,5 mm ²	1,5m	 3,5/mb
Inne elementy			
22	LM324 Układ scalony poczwórny wzmacniacz operacyjny DIP16	1	 1,6 zł
23	Podstawka dip 16 precyzyjna	1	 1,25 zł
24	Dioda nadawcza IR np. CQY 99	4	 0,45 zł
25	Fototranzystor IR np. IRE5	4	 0,55 zł
15	Rezystor 4,7kΩ 0,125W	6	 0,1 zł
15	Rezystor 500 Ω 0,125W	8	 0,1 zł
	Obudowa wtyku żeńskiego NS25 (lub HU-06) 6 pin	1	 0,6 zł
30	Potencjometr 10 kΩ	1	 0,15 zł
32	Piny proste 1x40o rozstawie złącza wyświetlacza	1	 1,2 zł
33	Złącza AK (LE lub TB) rozstaw 5mm	3	 0,6

36	Dioda świecąca 3mm lub 5mm	4	 0,3 zł
	Driver L298N 48V/4A	1	 8,5 zł
12	Dioda 1N4001Ω 0,125W	8	 0,2 zł
	Rezystor 0,5 3W	2	 0,32
	Dystanse i nakrętki do zamocowania płytek	8	8 zł
	Akumulatory 2x12V		38 zł
	Konektory akumulatorów	4	0,1 zł
37	Koszulka termokurczliwa 5 mm		0,5 zł
38	Koszulka termokurczliwa 3,5 mm		0,5 zł
39	Laminat 20x20 cm		Od 6 zł do 25 zł

SCHEMAT PROGRAMOWARKI (Sample Electronics cable programmer)

Złącze D-Sub 25 pin		ATTINY2313-20PU	
Nr pin	Funkcja	Nr pin	Funkcja
2	D0	17	PB 5 - MOSI
4	D2	1	RST -RESET
5	D3	19	PB 7 - USCK
11	BUSY	18	PB6 - MISO
18-25	GND	10	GND
18-25	GND	-	-




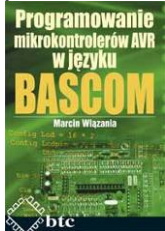

ATMEGA8535-16PU

(XCK/T0) PB0	1	40	PA0 (ADC0)
(T1) PB1	2	39	PA1 (ADC1)
(INT2/AIN0) PB2	3	38	PA2 (ADC2)
(OC0/AIN1) PB3	4	37	PA3 (ADC3)
(SS) PB4	5	36	PA4 (ADC4)
(MOSI) PB5	6	35	PA5 (ADC5)
(MISO) PB6	7	34	PA6 (ADC6)
(SCK) PB7	8	33	PA7 (ADC7)
RESET	9	32	AREF
VCC	10	31	GND
GND	11	30	AVCC
XTAL2	12	29	PC7 (TOSC2)
XTAL1	13	28	PC6 (TOSC1)
(RXD) PD0	14	27	PC5
(TXD) PD1	15	26	PC4
(INT0) PD2	16	25	PC3
(INT1) PD3	17	24	PC2
(OC1B) PD4	18	23	PC1 (SDA)
(OC1A) PD5	19	22	PC0 (SCL)
(ICP1) PD6	20	21	PD7 (OC2)

Strony internetowe wykorzystane w realizacji pracy:

L.P.	Strona internetowa:	Opis:
1.	www.mcselec.com	Producent programu Bascom AVR
2.	www.atmel.com	Producent procesorów
3.	www.elektroda.pl	Polecane forum dyskusyjne
4.	www.elenota.pl	Noty katalogowe elementów
5.	www.tme.pl	Sklep internetowy z elektroniką
6.	www.avt.com.pl	Wydawnictwo, własne forum, sklep
7.	www.propox.com.pl	Producent modułów elektronicznych
8.	www.soyter.com.pl	Sklep z elektroniką – moduły transmisji
9.	www.analog.com	Światowy producent elektroniki
10.	www.national.com	Światowy producent elektroniki
11.	www.maxim-ic.com	Światowy producent elektroniki
12.	www.piekarz.pl	Sklep elektroniką – Warszawa ul. Wolumen
13.	www.semiconductors.com.pl	Sklep elektroniką – Warszawa ul. Hoża
14.	www.elportal.pl	Strona gazety Elektronika dla wszystkich
15.	www.sklep.avt.pl	Sklep internetowy wydawnictwa AVT
16.	www.elektronikapraktyczna.pl	Strona gazety Elektronika Praktyczna
17.	www.dioda.com.pl	Strona o robotyce mobilnej
18.	www.mobot.pl	Strona o robotyce
19.	www.bionikalia.pl	Strona koła naukowego Bionik
20.	www.dioda.pl	Forum robotyczne

Polecane książki i wydawnictwa pomocne w realizacji pracy:

L.P.	Nazwa:	Opis:
1.	<p>Elektronika Plus Wydanie specjalne 1(2) 2004 BASCOM Wydawnictwo AVT</p> 	<p>Numer specjalny, poświęcony programowaniu w BASCOM Dodatkowo płytki testowa AVT –2500 i płyta CD Cena ok. 35 zł</p>
2.	<p>Programowanie mikrokontrolerów AVR w języku Bascom. Marcin Wiązania. Wydawnictwo BTC</p> 	<p>W książce opisano sposób wykorzystywania pakietu Bascom oraz podstawy języka Bascom Basic. Korzystanie ze specyficznych instrukcji języka zilustrowano wieloma przykładami z obszernymi komentarzami. Książka jest przeznaczona dla uczniów i studentów uczelni technicznych, a także wszystkich elektroników wykorzystujących w swych projektach mikrokontrolery AVR. Cena ok. 55 zł</p>
3.	<p>Projektowanie systemów mikroprocesorowych. Paweł Hadam. Wydawnictwo BTC</p> 	<p>Idealna książka dla wszystkich elektroników projektujących urządzenia wykorzystujące mikroprocesory. W książce znajduje się wiele praktycznych informacji dotyczących projektowania systemów cyfrowych zbudowanych z wykorzystaniem mikrokontrolerów. Uwagi praktyczne dotyczące wykorzystania konkretnego mikrokontrolera w takim, a nie innym układzie pracy, odnoszą się do najpopularniejszych w naszym kraju typów mikrokontrolerów: zwłaszcza mikrokontrolerów rodziny '51 (przede wszystkim najprostszych układów firmy Atmel), a także układów PIC i AVR. Cena ok. 53 zł</p>