

SYSTEM STERUJĄCY DLA MODELU SZYBKIEJ KOLEI MIEJSCKIEJ POLITECHNIKI GDAŃSKIEJ

**Zespół agentów sieci CAN obsługujących
elementy wykonawcze i sterujące dla
modelu SKM**

**Krzysztof Warnke
Michał Szalkowski**

Prototyp klienta sieci SKM PG

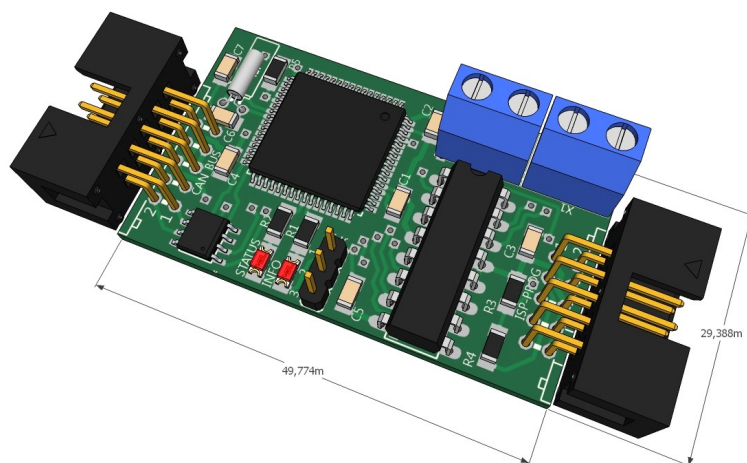
Celem projektu jest opracowanie systemu pozwalającego sterować elementami wykonawczymi w modelu SKM PG za pomocą agentów dołączanych do magistrali, dzięki czemu wyeliminowany zostanie nadmiar połączeń kablowych, oraz możliwe będzie zaimplementowanie sterowania komputerowego całym modelem.

Układ prototypu klienta sieci zarządzającej elementami wykonawczymi dla modelu SKM został oparty o mikrokontroler AT90CAN32. Układ oparty o rdzeń AVR o architekturze RISC cechuje się między innymi następującymi parametrami:

- wydajność do 16 MIPS przy taktowaniu 16 MHz;
- 32 kB wbudowanej pamięci FLASH;
- 1 kB pamięci EEPROM;
- 2 kB pamięci SRAM;
- wbudowany kontroler CAN 2.0A i 2.0B;
- 2 liczniki 16-bitowe;
- 2 liczniki 8-bitowe;
- 8-kanałowy przetwornik ADC o rozdzielczości 10 bit;
- 2 interfejsy UART, SPI, TWI (kompatybilny z I2C);

Mikrokontroler AT90CAN32 dołączony jest do magistrali poprzez układ nadajnika linii MCP2551 pozwalającego na podłączenie do 112 węzłów.

Jako prototyp zaprojektowano i uruchomiono układ z pojedynczym elementem wykonawczym którym jest mostek H L293D (Rysunek 1 i 2). Układ dołączany jest do szyny za pomocą 10-pinowego złącza CAN_BUS. Szyną oprócz sygnałów CAN (CAN-H i CAN-L) przesyłane jest zasilanie agenta (5 VDC) oraz zasilanie elementów wykonawczych (przyjęto 12 VDC).



Rys. 1 Prototyp agenta jednozadaniowego

Wersja agenta wielozadaniowego

W celu ograniczenia liczby elementów sieci opracowano wersję agenta pozwalającą na obsługę do 6 urządzeń we-wy:

- 2 zwrotnice, łącznie z sygnałami położenia krańcowego
- 2 semafony 5-diodowe, 12VDC ze wspólnym plusem (+12);
- 2 balisy (detektory przejazdu) z dwoma wejściami cyfrowymi i wejściem analogowym;

Agent wielozadaniowy fizycznie składa się z jednego układu, **logicznie w sieci widziany jest jako 6 odrębnych urządzeń.**

Sygnały sterujące dla elementów wykonawczych poziomem napięć odpowiadają napięciu zasilania agenta, jako standard przyjęto 12V. Napięcie cyfrowe dla układów można uzyskać poprzez opcjonalny stabilizator napięcia lub podać z zewnątrz (JP2). Układ z zamontowanym modulem stabilizatora napięcia może zasiląć do 50 agentów sieci.

Opcjonalny jest również układ FTDI 232R umożliwiający komunikację z komputerem PC przez łącze miniUSB o prędkości transmisji 500 kbps.

Przełączenie agenta w tryb „master” następuje poprzez wysłanie komendy:

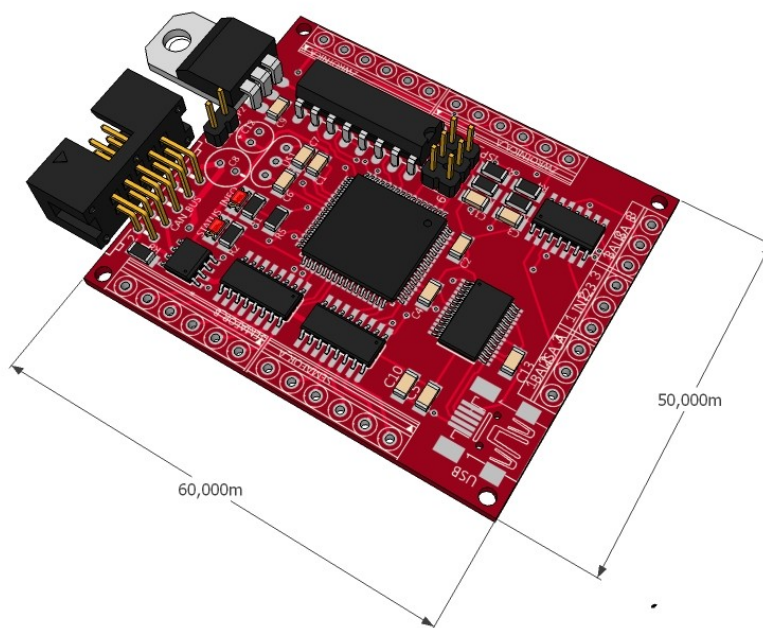
>master [CR]

W sieci może znajdować się tylko jeden agent pracujący w trybie „master”. Każdy kolejny agent w trybie master widziany w sieci. Przełączenie agenta z trybu „master” w tryb normalny następuje poprzez wysłanie komendy:

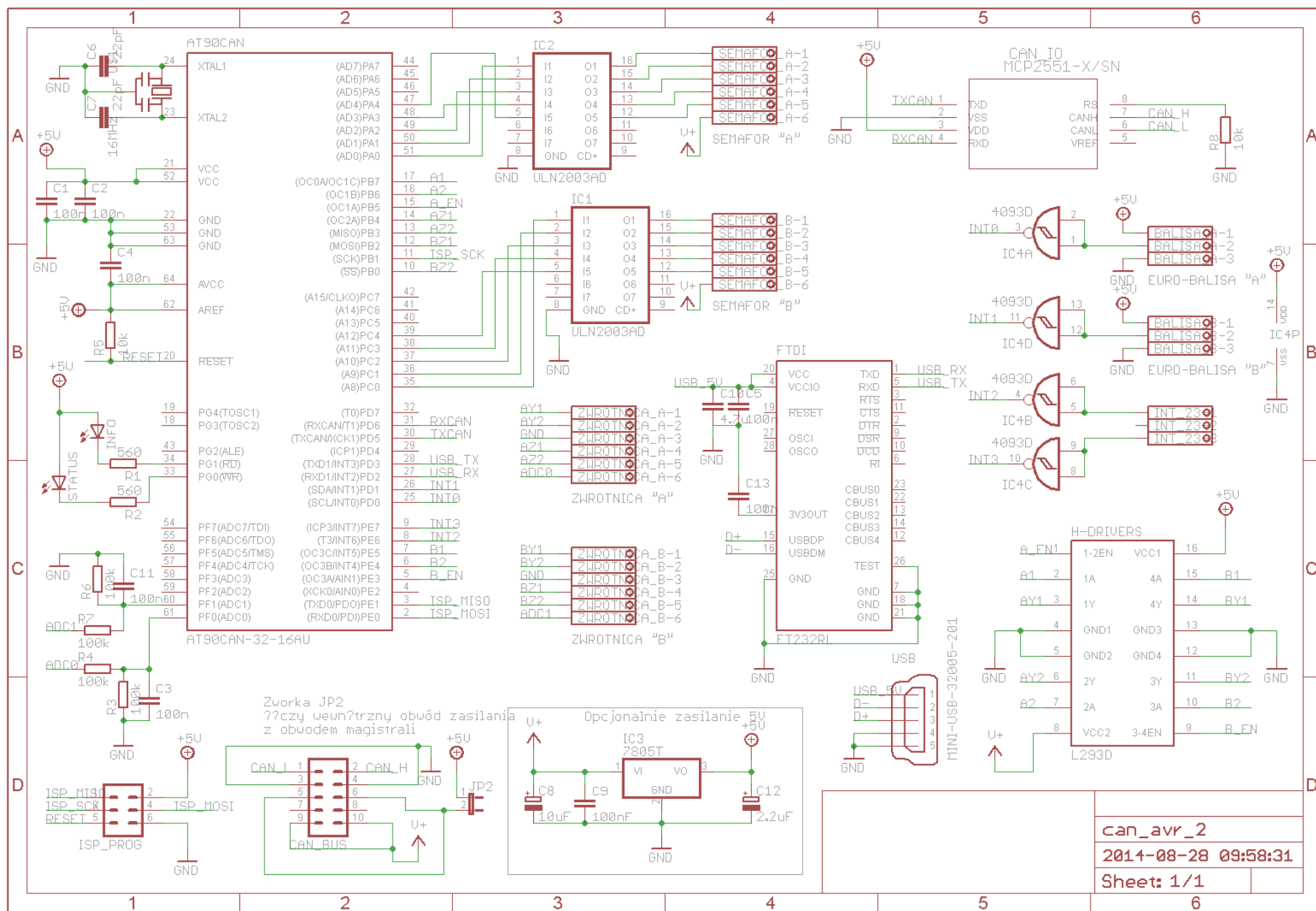
>slave [CR]

W trybie master dioda INFO pulsuje z częstotliwością 4Hz, w trybie normalnym 1Hz. Istnieje również możliwość zresetowania całego systemu (moduł „master” oraz podłączeni do niego agenci poleceniem:

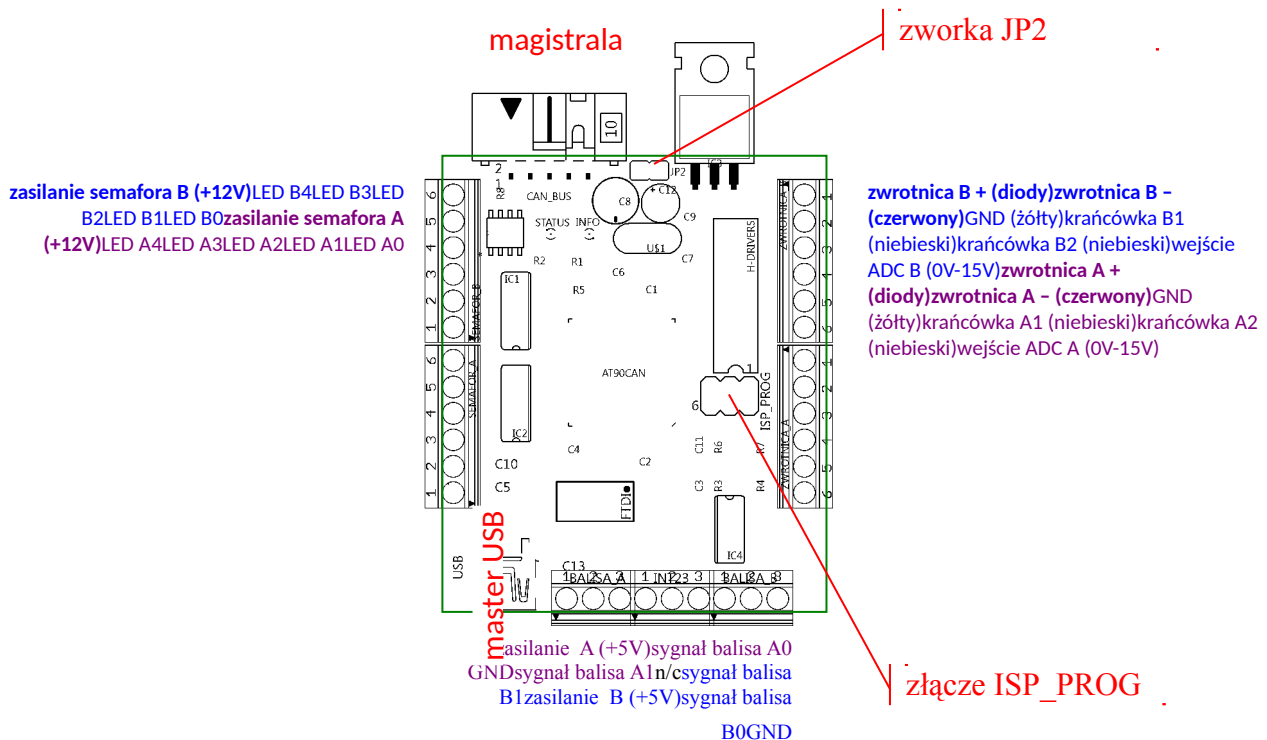
>reset [CR]



Rys. 3. Model agenta wielozadaniowego



Rys. 4. Schemat ideowy agenta wielozadaniowego



Rys 5. Opis wyprowadzeń agenta wielozadaniowego

Na Rys. 5 opisano wyprowadzenia agenta wielozadaniowego.

Oprócz wejść/wyjść dla układów kontrolno-wykonawczych, na płycie może znajdować się złącze miniUSB do komunikacji z komputerem PC. W przypadku braku sterowników należy je pobrać ze strony producenta układu FT232R <http://www.ftdichip.com/Products/ICs/FT232R.htm> Prędkość transmisji dla komunikacji z modułem należy ustawić na 500 kbps

Agent w trybie „master” ma możliwość podglądu stanu urządzeń podłączonych do sieci oraz zmiany ich stanów wyjściowych. Aktualne odczyty odsyłane są do komputera-hosta przez złącze miniUSB.

Sterowanie elementami wykonawczymi modułu master odbywa się tak samo jak dla pozostałych modułów.

Sterowanie agentem

Sterowanie agentami dołączanymi do sieci polega na możliwości zdalnej zmiany stanu ich wyjść, to jest przełączanie stanu dołączonych elementów wykonawczych. Sterowanie odbywa się za pomocą jednego z agentów podłączonego do komputera PC, który przejmuje rolę agenta „master”. Agent „master” umożliwia wymianę komunikatów sterujących pomiędzy komputerem (nadzorcą sieci) a poszczególnymi elementami wykonawczymi.

Każdy z agentów ma przypisany unikatowy 28 bitowy adres, zgodnie z konwencją:

0TSSAAAA

gdzie: **T** - typ (niezmienny dla danego agenta)
 SS - strefa
 AAAA - adres lokalny

Wstępnie zdefiniowano następujące typy i strefy:

```
//definicja typu:
#define TYP_NONE           0x00
#define TYP_Zwrotnica     0x01
#define TYP_Semafor       0x02
#define TYP_Balisa        0x03

// definicja strefy
#define STR_NONE          0x00
#define STR_Strzyza       0x01
#define STR_Kielpinek     0x02
#define STR_Rebiechowo    0x03
#define STR_Banino        0x04
#define STR_Wrzescz       0x05
```

Z poziomu użytkownika agent „master” widziany jest jako urządzenie dołączone do wirtualnego portu szeregowego COM komputera. Komunikacja odbywa się poprzez wymianę komend znakowych zawierających:

- * znak inicjacji transmisji '>';
- * 4-bajtowy adres agenta;
- * separatorów w postaci spacji;
- * bajt komendy;
- * opcjonalne bajty parametrów (rozdzielane spacjami)
- * znak końca transmisji '\r' ([CR])

Adresy oraz wiadomości kodowane są za pomocą wartości **szesnastkowych (0-F)** zapisywanych znakami ASCII, np. wysłanie rozkazu 31, z jednym parametrami 00 do zwrotnicy w strefie Banino o adresie 0x000C wymaga wysłania komendy:

>0104000C 31 00[CR] ([CR] oznacza „ENTER”, tj. znak '\r' lub heksalnie 0x0D)

Wiadomość zawiera bajt komendy oraz jej parametry, przesyłane do agenta o danym adresie. Lista komend oraz ich parametrów stosowana dla agentów jednozadaniowych przedstawiona jest w poniższej tabeli.

Zwrotna wiadomość od agenta zawsze zawiera jego adres oraz 4 bajty parametrów, rozpoczyna się znakiem inicjacji „>” oraz kończy znakiem końca transmisji [CR].

Rozkazy semafor:

Komenda HEX	Parametry	Opis
00-1F	00-1F	zmiana stanu wyjść semafora, bity 0-4 odpowiadają za zapalenie lampek, ustawienie bitów w bajcie parametrów powoduje przełączenie lampki w tryb mrugania (awaryjny)
31	-	zapal tylko LED 0
32	-	zapal tylko LED 1
33	-	zapal tylko LED 2
34	-	zapal tylko LED 3
35	-	zapal tylko LED 4
30	-	wyłącz wszystko
73	-	zapamiętaj stan w pamięci nieulotnej
39	-	odeślij aktualny stan
61	SS AA AA	zmiana adresu agenta: SS - strefa, AAAA – adres. typu agenta nie można zmienić.

Rozkazy zwrotnica:

Komenda HEX	Parametry	Opis
31	-	przesuwa zwrotnicę w lewo
32	-	przesuwa zwrotnicę w prawo
30	-	wyłącza zasilanie zwrotnicy
73	-	zapamiętaj stan w pamięci nieulotnej
39	-	odeślij aktualny stan
61	SS AA AA	zmiana adresu agenta: SS - strefa, AAAA – adres. typu agenta nie można zmienić.

Rozkazy balisa:

Komenda HEX	Parametry	Opis
31	AD	włącz przerwanie INT0, ustaw próg przetwornika = AD
32	AD	włącz przerwanie INT1, ustaw próg przetwornika = AD
33	AD	włącz przerwanie INT0 i INT1, ustaw próg przetwornika = AD
34	AD	nie zmieniaj stanu przerwań, ustaw tylko próg przetwornika = AD
30	-	wyłącz przerwania, ustaw próg przetwornika AD = 0
73	-	zapamiętaj stan w pamięci nieulotnej
39	-	odeślij aktualny stan
61	SS AA AA	zmiana adresu agenta: SS - strefa, AAAA – adres. typu agenta nie można zmienić.

Adres globalny (broadcast) **1F000000** może zostać wykorzystany łącznie z rozkazami:

- 30 - wyłącz wszystkich agentów;
- 39 - odeślij stany (przeskanuj całą sieć)
- 73 – zapamiętaj stan wszystkich agentów sieci

Opis modułu semafora.

Jako model semafora przyjęto sygnalizator diodowy, maksymalnie 5 lampek, ze wspólnym sygnałem zasilania (+12V). Maksymalny dopuszczalny prąd pojedynczej lampki wynosi 500mA. Komenda sterująca ogranicza się do wysłania dwóch bajtów:

>adres sw sa[cr]

adres – adres semafora

sw – [semafor włączony] maska 5-bitowa włączająca odpowiednie lampki (00-1F);

sa – [semafor awaria] maska 5-bitowa załączająca odpowiednią lampkę w tryb awarii (mruganie);

W odpowiedzi na zapytanie stanu (sw = 39) semafor zwraca 4 bajty [sw sa 00 00]:

sw – maska bitowa [semafor włączony];

sa – maska bitowa [semafor awaria];

00 – *niewykorzystany*

00 – *niewykorzystany*

Opis modułu zwrotnicy.

Sterowanie zwrotnicą odbywa się prądem stałym przy napięciu równym napięciu zasilania układu (+12V). Komenda sterująca ogranicza się do wysłania jednego bajtu:

>adres zw[cr]

adres – adres zwrotnicy

zw – [zwrotnica włączona]:

31 – zwrotnica w lewo;

32 – zwrotnica w prawo;

30 – wyłącz zasilanie;

W odpowiedzi na zapytanie stanu (zw = 39) zwrotnica odsyła 4 bajty [zw 00 zb 00]:

zw – stan [zwrotnica włączona];

00 – *niewykorzystany*

zb – stan krańcówek 1 (bit 7) i 2 (bit 6), wartość 1 gdy krańcówka załączona;

00 – *niewykorzystany*;

Opis modułu balisy.

Zadaniem balisy jest zgłaszanie zmian stanu sygnałów na wejściach modułu. Balisa może automatycznie zgłaszać do sieci zmiany stanu na wejściach cyfrowych, bądź na **8-bitowym** wejściu analogowym (0-15V). Wartości wejść mogą być również odsyłane „na żądanie”. Konfigurację balisy wykonuje się poprzez polecenie:

>adres bw bd[cr]

adres – adres balisy

bw – [balisa włączona]:

30 – automatyczne zgłaszanie zmian wejść cyfrowych wyłączone ;

31 – włącz zgłaszanie zmiany wejścia int 0 ;

32 – włącz zgłaszanie zmiany wejścia int 1 ;

33 – włącz zgłaszanie zmiany wejścia int 0 i int 1 ;

bd – [balisa delta ADC]:

00 – zgłaszanie zmian wejścia analogowego wyłączone ;

NN – włącz zgłaszanie zmiany wejścia analogowego w przypadku gdy wartość zmieni się o NN;

W odpowiedzi na zapytanie stanu ($bc = 39$) zwrotnica odsyła 4 bajty [**bw** **bd** **bc** **ba**]:

bw – stan [balisa włączona];

bd – wartość automatycznego zgłaszania zmian ADC [balisa delta ADC];

bc – stan wejść cyfrowych (bit 7 – INT0, bit 6 – INT1);

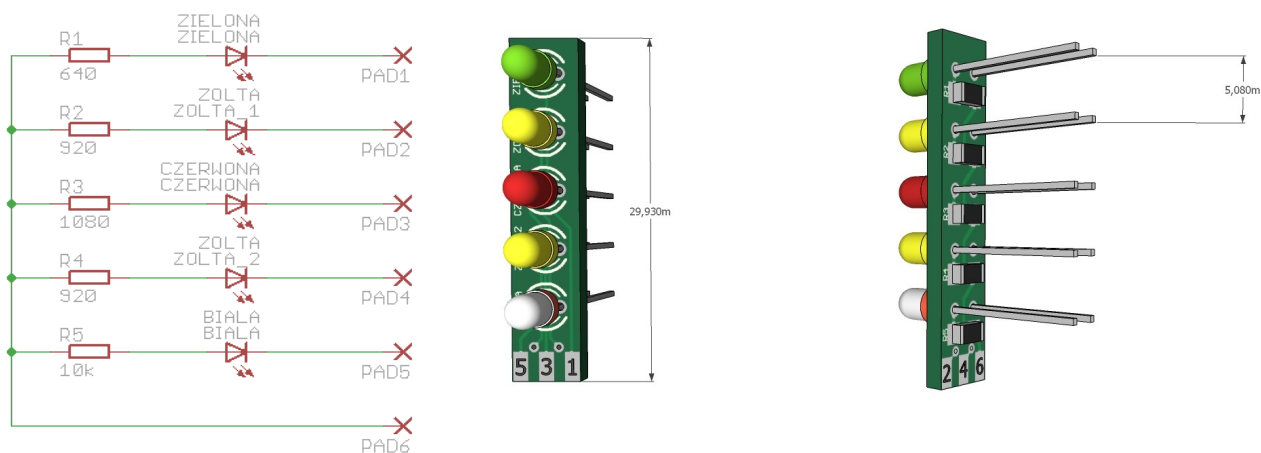
ba – 8-bitowa wartość przetwornika ADC (zakres 0-15VDC);

*Uwaga: dodatkowo balisa B monitoruje również stan pinów na złączu programującym ISP_PROG (wejście cyfrowe TTL z wewnętrznym rezystorem PULL-UP), które mogą zostać wykorzystane przez Użytkownika. Stan pinów zwracany jest w bajcie [**bc**] odpowiednio:*

bit 0 – ISP_MISO; bit 1 – ISP_MOSI; bit 2 – ISP_SCK.

Semafor diodowy

Model semafora (sygnalizatora) został zrealizowany jako zespół 5 diod, ze wspólnym zasilaniem 12VDC. Wymiary PCB zgodnie z wymaganiami 8x30mm. Schemat semafora diodowego przedstawiono na poniższych rysunkach. Wejścia semafora można bezpośrednio połączyć z wyjściami agenta.



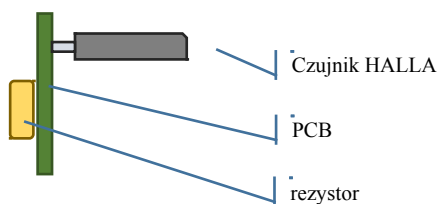
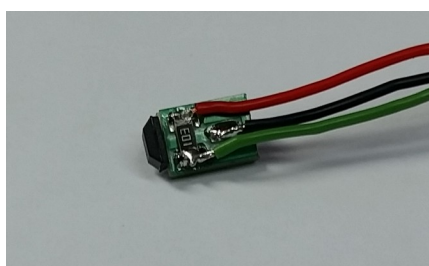
Rys. 6. Schemat semafora diodowego

Eurobalisa magnetyczna

Model eurobalisy (tj czujnik wykrywającego przejazd pociągu) został zrealizowany jako bistabilny czujnik Halla TLE4945L, tj. czujnik który zmienia stan wyjściowy w zależności od biegunowości przyłożonego pola magnetycznego.

Na poniższym rysunku zaznaczono wyprowadzenia jakie należy poprowadzić w celu podłączenia z wejściem agenta:

- **czerwony** - Vs+5VDC (zasilanie)
- **czarny** - GND (masa)
- **zielony** - Q (wyjście)



Rys. 7. Eurobalisa magnetyczna