



# **Sprawozdanie z wykonanego projektu - Line Follower**

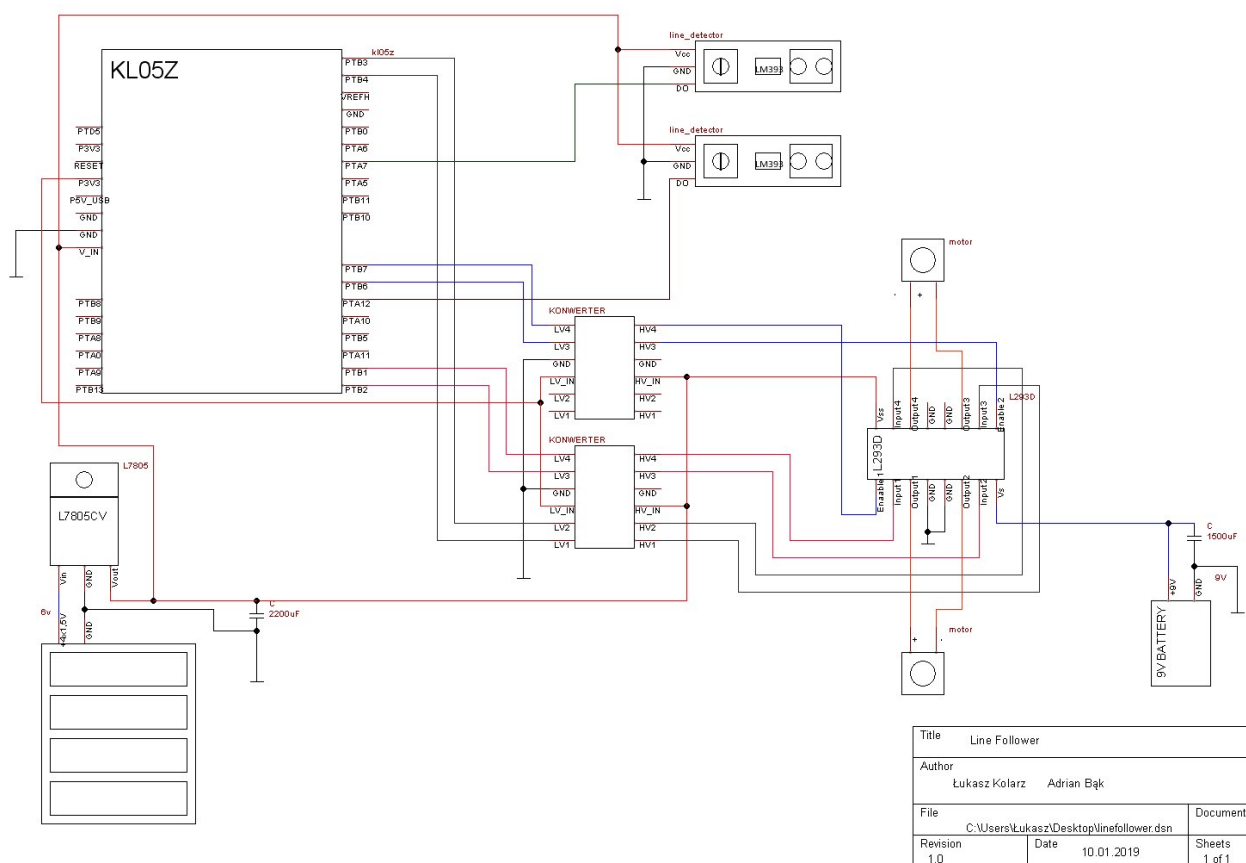
## **Wykonali:**

Adrian Bąk  
Łukasz Kolarz

# 1. Cel projektu

Celem projektu było stworzenie pojazdu "Line Follower", który autonomicznie porusza się po narysowanych na podłodze czarnych liniach. Do jego wykonania użyta została płytki z mikroprocesorem (KL05Z), a także zewnętrznych układów takich jak silniki, mostek H, stabilizator liniowy 5V, konwertery poziomów logicznych, kondensatory elektrolityczne oraz gotowe moduły czujników odbiciowych.

## 2. Budowa i sposób działania



Rysunek 1. Schemat połączeń

Sercem pojazdu jest mikrokontroler MKL05Z32VFM4 MCU do którego wyprowadzeń podłączone są różne urządzenia zewnętrzne. Zasilane tej jednostki zapewnia wbudowany w płytkę stabilizator napięcia zasilany, podobnie jak cała logika układu z baterii 9V. W celu ustabilizowania napięcia do zasilania mostka H (L293D), konwerterów poziomów logicznych oraz czujników linii. W celu eliminowania ew. „szpilek” zastosowany został kondensator elektrolityczny. Zasadność wykorzystania konwerterów logicznych potwierdza fakt, iż napięcie na wyjściach mikrokontrolera wynosi (po pomiarze) ok. 3V, na konieczność zasilania logiki mostka sterującego silnikami oraz czujników linii napięciem co najmniej 5V. Czujniki linii

wykorzystują zjawisko odbicia światła od podłoża w celu detekcji toru jazdy - podczerwona dioda świeci, a fotorezystor mierzy ilość odbitego światła. Czujnik taki zwraca wartość w postaci analogowej, ale z uwagi na zastosowany w module komparator (LM393), który porównuje napięcie z czujnika z napięciem z potencjometru (możliwość kalibracji), cały moduł zwraca stan wysoki, kiedy pojazd znajduje się nad linią. Kiedy lewy lub prawy czujnik wyjedzie poza linię, moduł zwraca stan niski co uaktywnia przerwanie stabilizujące kierunek. W momencie wykrycia opuszczenia trasy świeci się również niebieska dioda na odpowiednim module czujnika oraz odpowiednio niebieska lub czerwona dioda wbudowana w płytkę z mikrokontrolerem. Napięcie zasilające silniki dostarczają 4 baterie 1,5V (R6), popularne „paluszki”. Zastosowanie takiego sposobu zasilania opisane jest w paragrafie „problemy”. Same silniki sterowane są układem L293D. Poprzez odpowiednie podanie stanu wysokiego i niskiego wybierany jest kierunek obrotów, a dzięki zastosowaniu przebiegu o zmiennym współczynniku wypełnienia, sterowana jest prędkość obrotowa. W przyjętym systemie w celu skrętu jeden z silników kręci się do tyłu, a drugi do przodu w celu wykonania dynamicznej korekcji toru jazdy, przez co da się usłyszeć nagłe uderzenia metalowej kulki stabilizującej.

### **3. Instrukcja obsługi**

W celu użycia pojazdu należy najpierw włączyć zasilanie części logicznej. W tym celu należy podłączyć baterię 9V do szyny zasilającej - żółty przewód. Następnie należy ustawić robota na linii, tak, żeby każdy czujnik ją wykrywał (diody LED na modułach czujników oraz na płytce z mikrokontrolerem zgazzone). Następnie należy podpiąć zasilanie silników - czerwony przewód wpinany do mostka H - obok kondensatora elektrolitycznego. Robot powinien gwałtownie ruszyć.

### **4. Problemy**

W czasie budowy robota line followera napotkaliśmy został problem inicjalizacji licznika TPM0 w celu pracy w trybie edge-aligned PWM. W celu uzyskania pomocy zwróciliśmy się do prowadzącego. Problemem było uzupełnianie bitów MSB i LSB w rejestrach CnSC, jednak w tym przypadku nie zawiniła osoba wpisująca kolejne linie kodu lecz prawdopodobnie kompilator, który nie chciał zaakceptować i ustawić zadanych wartości. z punktu widzenia składni języka C nie powinno to mieć znaczenia. Niestety wspomniana anomalia doprowadziła do znacznego wydłużenia czasu pracy nad projektem. Drugim problemem okazało się odpowiednie zasilenie układu. W przypadku zasilenia mikrokontrolera i silników z jednego źródła napięcia, silniki kręciły się wolno (mimo ustawienia pełnej mocy), czujniki nie chciały odpowiednio wykrywać linii, a mikrokontroler się resetował. Spowodowało to konieczność separacji zasilania silników i logiki sterującej.

### **5. Dalsze perspektywy rozwoju**

Podstawową funkcjonalnością o jaką można rozszerzyć przedstawiany projekt jest zastosowanie wyłączników zasilania zamiast podłączania kabelków (nie zostało to zrealizowane z uwagi na brak części). Innym pomysłem jest wprowadzenie sekcji inicjalizującej, np. autonomicznego wyszukiwania linii po której robot ma podążać. Osobnym pomysłem jest dorobienie sterowania robotem na podczerwień, aby najechać nim na odpowiednią linię. Chcąc zwiększyć szybkość

przejazdu o jego płynność, oprócz zmiany silników, powinno zastosować się więcej czujników linii w większej odległości przed linią kół, aby robot już z daleka „wiedział”, że zbliża się do linii. Taki zabieg wymaga też użycia dużo bardziej skomplikowanych algorytmów.

**Link do repozytorium, w którym znajduje się projekt:**

[https://github.com/lukaszkojarz/line\\_follower.git](https://github.com/lukaszkojarz/line_follower.git)