

Oprogramowanie systemów elektronicznych – projekt

„Charakterograf do wyznaczania charakterystyk diod”

1. Założenia projektowe

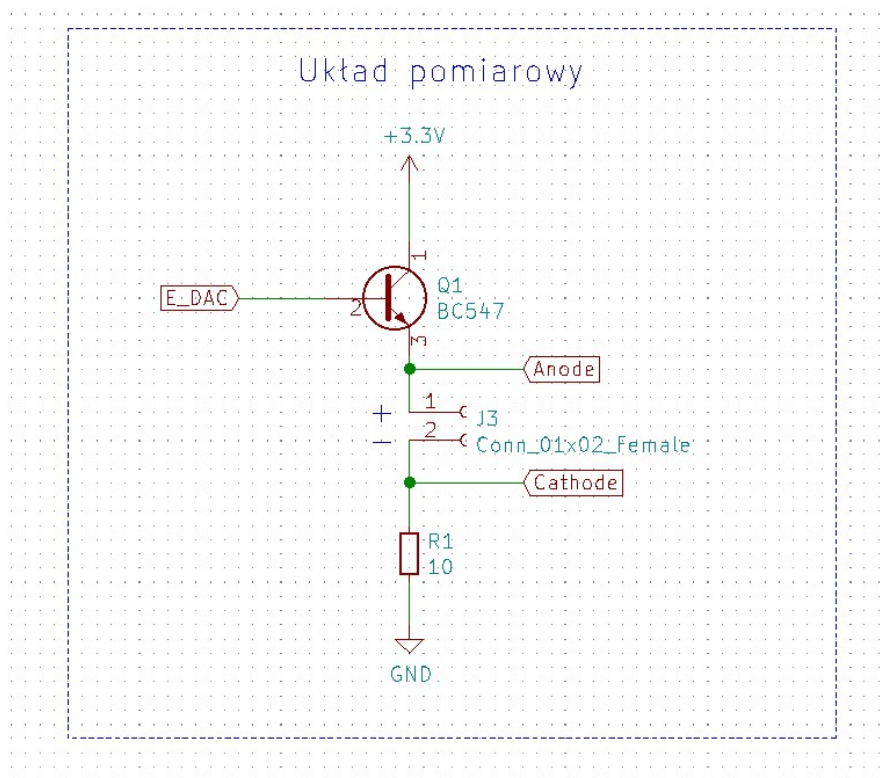
Założeniem projektowym było stworzenie systemu elektronicznego, który miałby komunikować się z komputerem ogólnego przeznaczenia (dalej PC) w celu wysłania informacji, a następnie przetworzenie ich po stronie PC. Wybrano temat: „Charakterograf do wyznaczania charakterystyk diod”. Zadaniem tego systemu jest wykonywanie pomiarów w celu uzyskania charakterystyk prądowo-napięciowych diod.

2. Zadania do wykonania

- (1) Zaprojektować układ pomiarowy
- (2) Wybrać mikrokontroler (dalej MCU)
- (3) Wybrać interfejs pomiędzy MCU a PC
- (4) Zaimplementować fizycznie układ
- (5) Stworzyć algorytm po stronie MCU
- (6) Stworzyć algorytm i graficzny interfejs użytkownika (dalej GUI) po stronie PC
- (7) Przetestować działanie systemu

3. Realizacja

a. Układ pomiarowy



Układ pomiarowy składa się z:

- przetwornika cyfrowo-analogowego (dalej DAC)
- 2 przetworników analogo-cyfrowych (dalej ADC)
- tranzystora bipolarnego
- rezystora

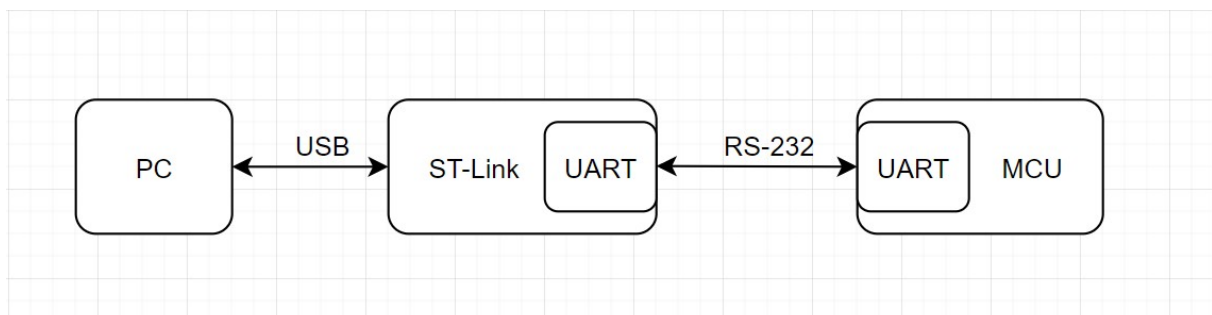
DAC polaryzuje badaną diodę tworząc 2^n punktów pracy, gdzie n jest liczbą bitów w DACu. Aby nie obciążać DACa, jak również zwiększyć jego maksymalny wyjściowy prąd zastosowano tranzystor bipolarny który będzie wymuszał spadek napięcia 0.7V. Fakt ten sprawia że napięcie ustawiane E_DAC powinno wynosić przynajmniej 0.7V aby utrzymać tranzystor w stanie przewodzenia. Rezystor pełni funkcję „czujnika prądu”.

Przy doborze tranzystora zwracano uwagę, aby I_{cmax} był co najmniej 100mA a wzmocnienie β jak największe. Zgodnie z wymaganiami wybrano tranzystor bc547b. Natomiast rezystor dobrano tak aby miał niewielką wartość aby nie ograniczał prądu diody i był metalizowany, żeby nie wprowadzał dodatkowych szumów do układu. Przetworniki ADC i DAC są wbudowanymi peryferiami w wybrany MCU.

b. Wybór MCU

Początkowo rozważano wybór płytki rozwojowej Arduino Uno jako jednostkę wykonawczą w systemie. Jednak niska rozdzielczość ADC wynosząca 10bitów i brak DACa wymuszałaby wprowadzenie oddzielnie tych peryferiów do układu. Dlatego wybór platformy padł na NUCLEO-64L476RG. Moduł ten oferuje ADC o rozdzielczości 12bitów jak również DACa o tej samej rozdzielczości 12bitów. Dzięki takiej rozdzielczości możliwe jest uzyskanie 4096 (2^{12}) punktów pracy z szumem kwantyzacji na poziomie 0.8mV ($3.3V/2^{12}$). Również dużą zaletą NUCLEO jest możliwość wysokopoziomowego podejścia dzięki bibliotece HAL (ang. hardware abstraction layer).

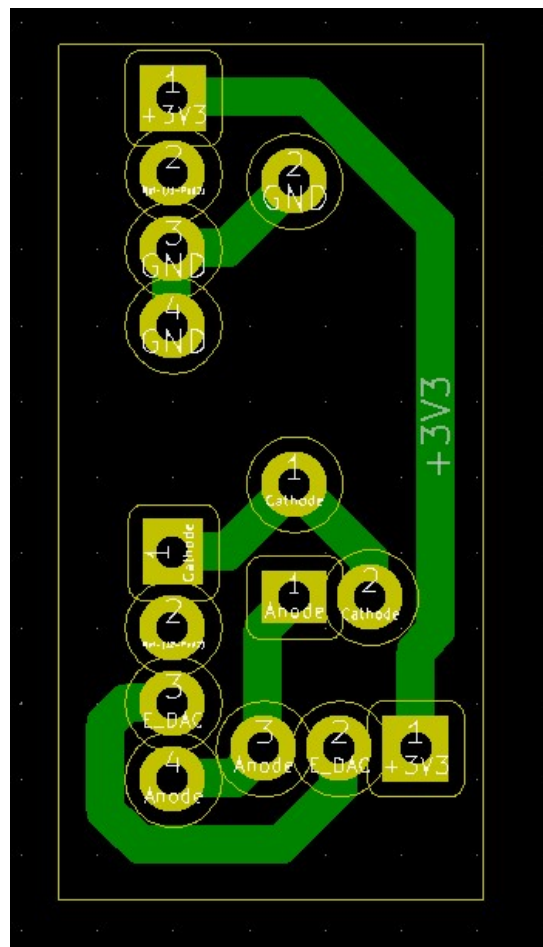
c. Interfejs pomiędzy MCU a PC



MCU komunikuje się z ST-Linkiem przez interfejs RS-232 za pomocą modułów UART. Następnie ST-Link komunikuje się z PC poprzez interfejs USB. ST-Link jest widoczny w PC jako wirtualny COM-Port.

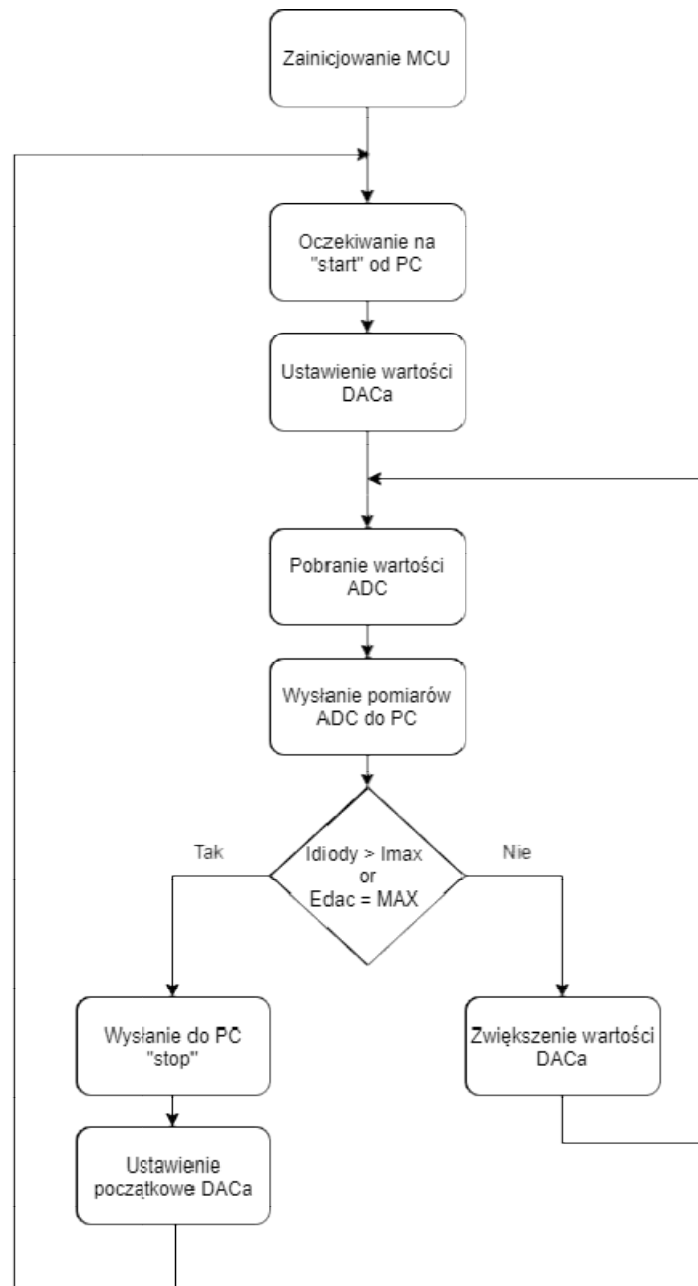
d. Fizyczna implementacja układu

W celu zwiększenia dokładności pomiaru i pewności połączeń elektrycznych zrezygnowano z płytki stykowej i przewodów wpinanych typu pin-header. Wykonano prostą nakładkę na moduł NUCLEO w formie wpinanej płytki rozszerzającej (w formie shielda). Poniżej zrzut ekranu z programu KiCad:



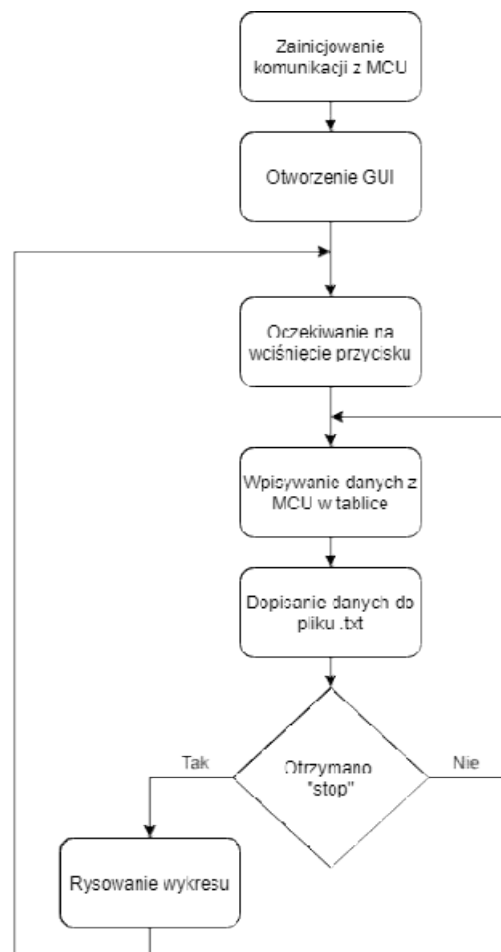
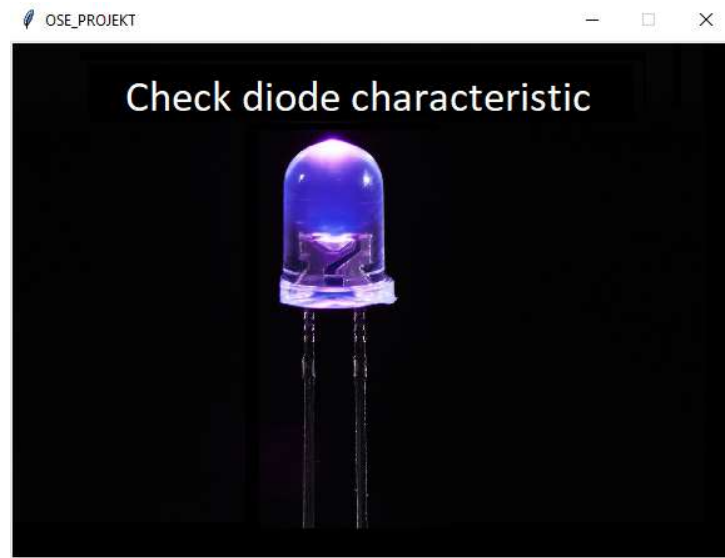
Płytkę wykonano fizycznie metodą termo transferu.

e. Algorytm po stronie MCU



Algorytm w MCU został zaimplementowany za pomocą języka C. Podczas oczekiwania na sygnał start od PC zapalony jest zielony LED na płytce NUCLEO w celu sygnalizacji gotowości do zbadania kolejnego elementu.

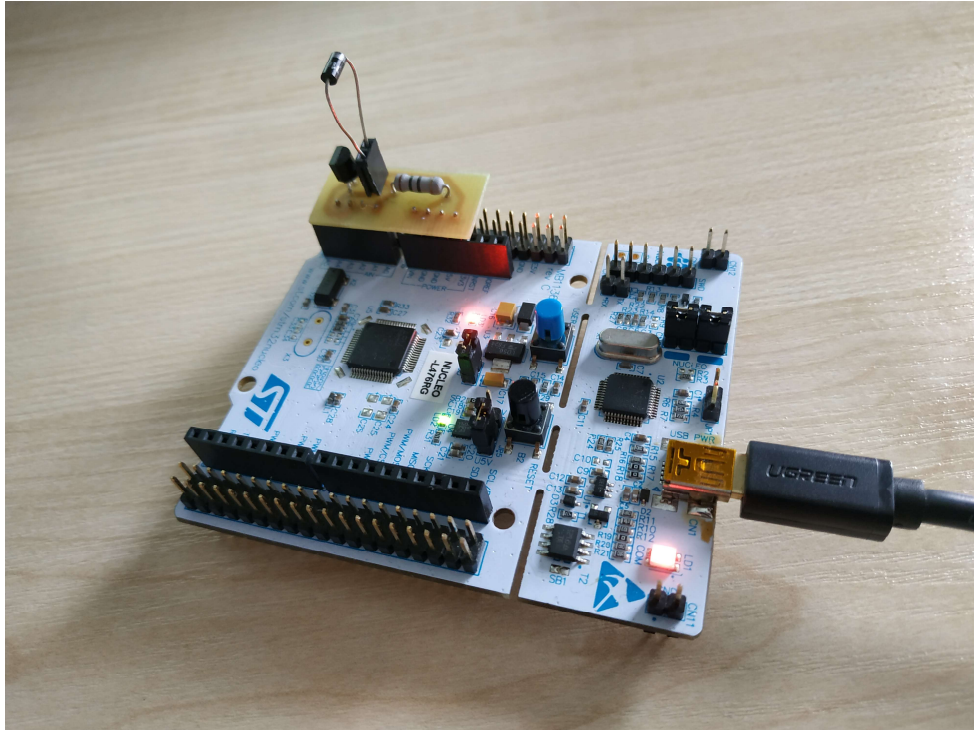
f. Algorytm i GUI po stronie PC



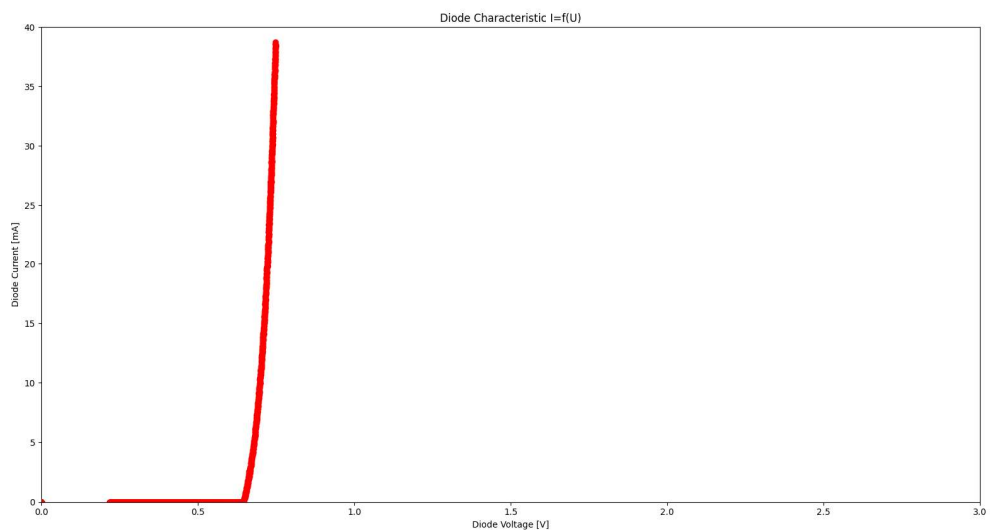
Algorytm i GUI po stronie PC zostały napisane w języku Python. Interfejs użytkownika ma minimalistyczną formę okna o stałej wielkości z jednym przyciskiem wysyłającym do MCU sygnał „start”. Zapisywanie danych do pliku .txt jest dodatkową funkcjonalnością

systemu, umożliwiającą kolejne przetworzenie danych w przypadku dalszego rozwijania projektu. Umożliwiało to również debugowanie programu.

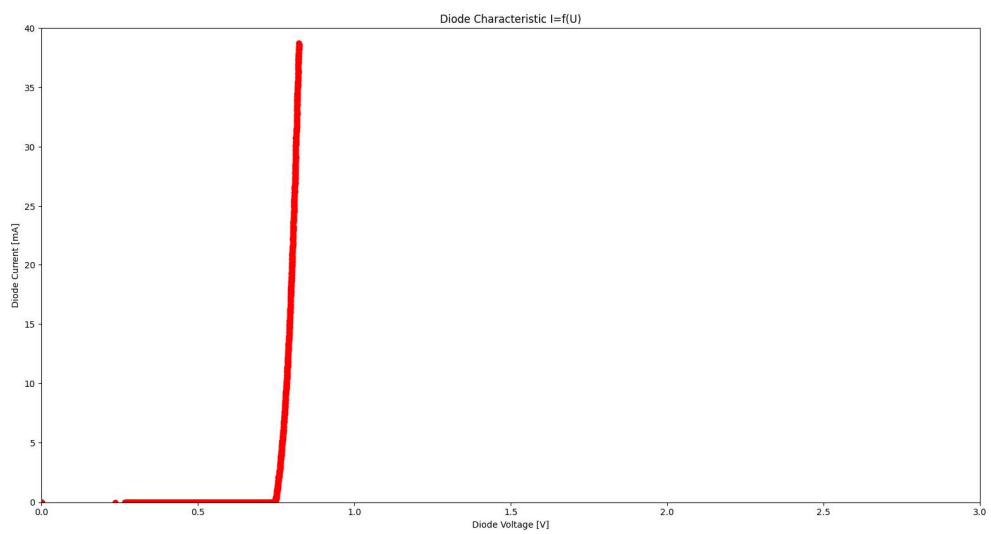
g. Test działania systemu



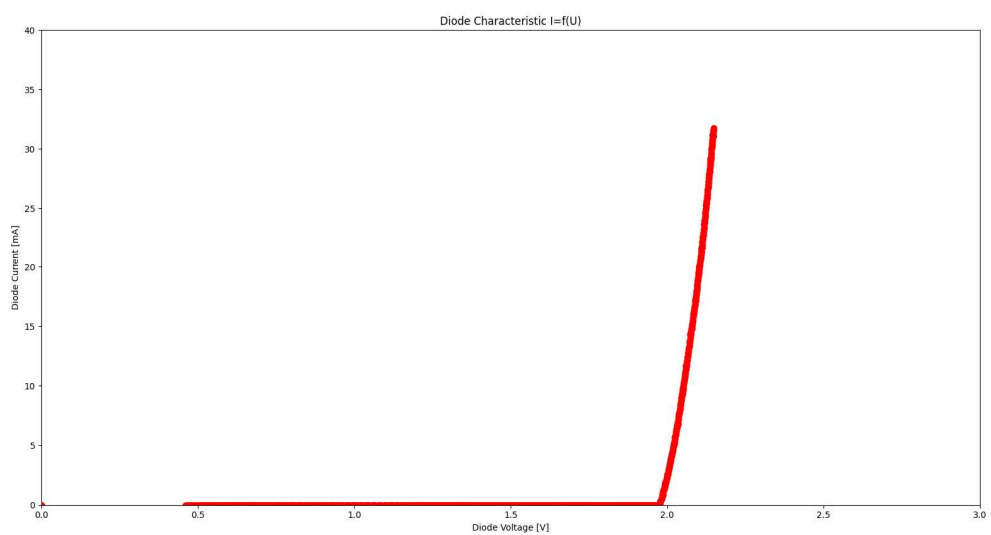
Jak widać na załączonym obrazku użytkownik systemu ma możliwość łatwej zmiany badanych elementów przez żeński konektor pin-header. Poniżej przedstawiono charakterystyki zbadanych elementów.



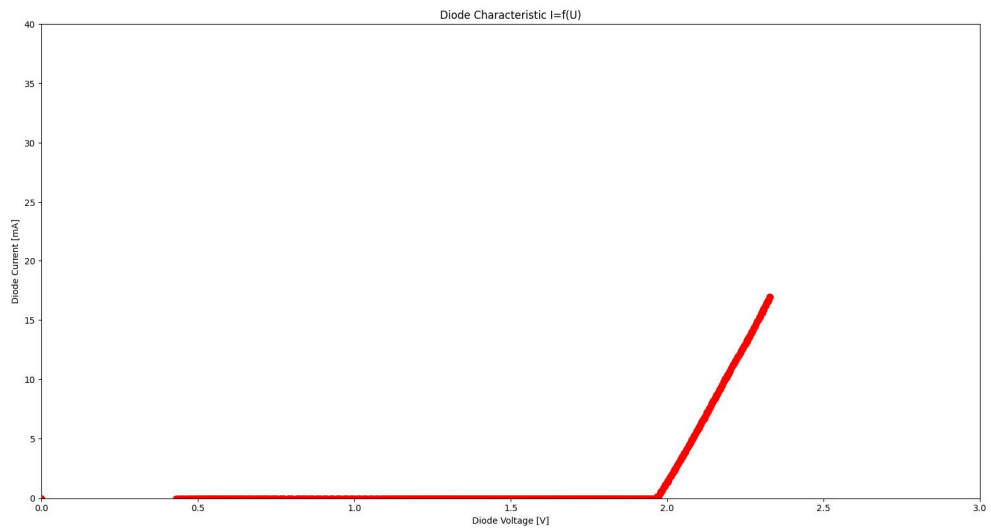
Dioda prostownicza



Dioda Zenera spolaryzowana w kierunku przewodzenia



Zielony LED



Czerwony LED

Założenia projektowe zostały spełnione a układ poprawnie wykreśla charakterystyki diod. Odczytane z wykresów wartości spadków napięć pokrywają się w przybliżeniu z pomiarami wykonanymi multimetrem. Jednak napięcie zasilania MCU (3.3V) ogranicza liczbę elementów możliwych do zbadania. W zbudowanym systemie nie jest możliwe przykładowo zbadanie niebieskich ledów lub diody Zenera spolaryzowanej zaporowo, ponieważ ich spadki napięcia są większe od zasilania układu.