

Budowa przyrządu do pomiaru jakości powietrza

Krzysztof Markowicz

Instytut Geofizyki, Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski

Czas trwania: 180 minut

Czas obserwacji: dowolny

Wymagane warunki meteorologiczne: brak

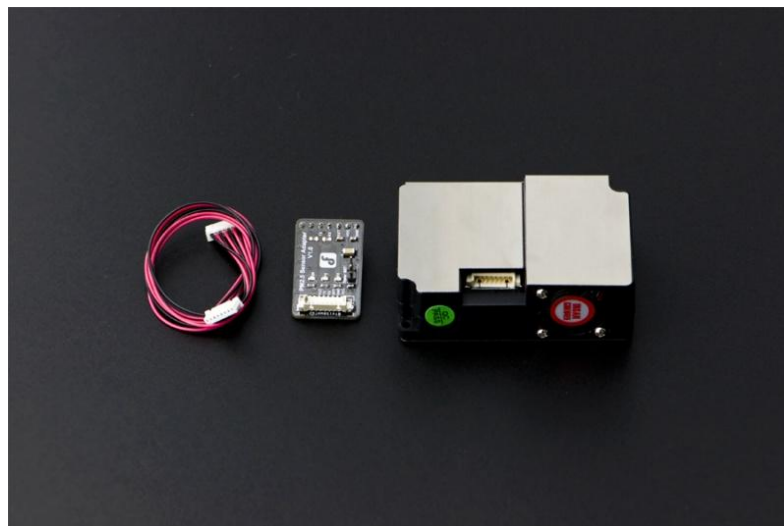
Częstotliwość wykonania: pomiar ciągły

Poziom szkoły: wszystkie

Materiały i przyrządy: czujnik SEN0177, Raspberry Pi, kable, obudowa, zasilacz

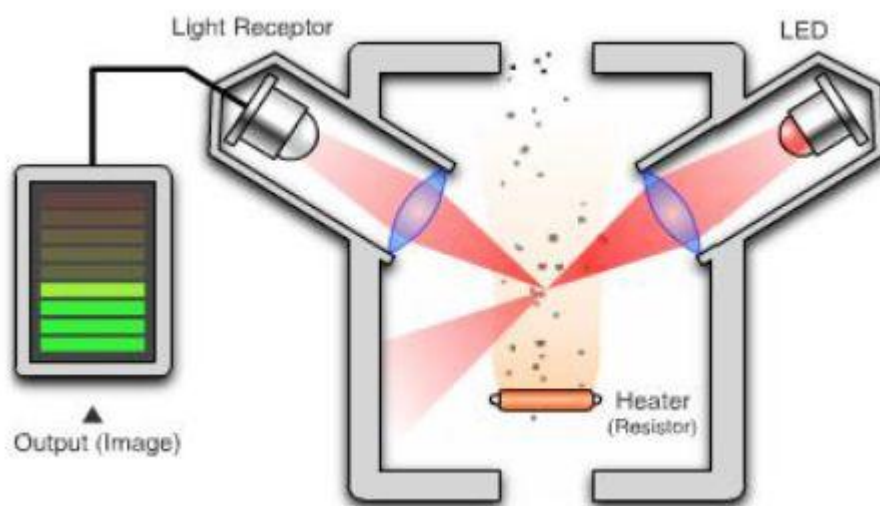
1. Wstęp

Poniżej opisana będzie procedura konstrukcji urządzenia pomiarowego służącego do monitoringu jakości powietrza. Wykorzystanie zostanie optyczny czujnik SEN0177 (Ryc 1), którego koszt wynosi ok. 250 zł. Zasada działania detektora pyłu opiera się na pomiarze światła rozproszonego na cząstkach znajdujących się wewnątrz komorze pomiarowej.



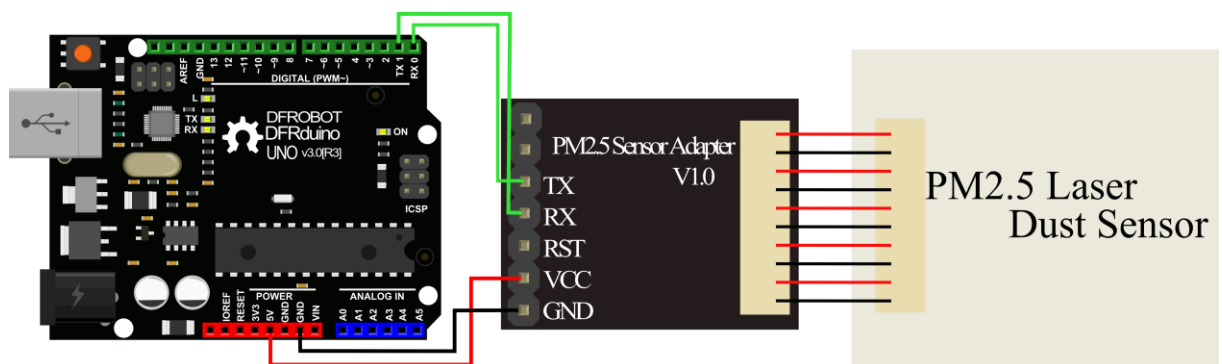
Ryc. 1. Czujnik SEN0177 wraz z przewodami oraz płytką do podłączenia transmisji szeregowej. Źródło: https://www.dfrobot.com/wiki/index.php?title=PM2.5_laser_dust_sensor_SKU:SEN0177.

Powietrze dostaje się do komory pomiarowej za pośrednictwem wentylatora, który wymusza ruch powietrza i zapewnia stabilny w czasie przepływ cząstek w okolicach czujnika. Komora pomiarowa składa się z diody LED, która emituje światło oraz detektora, który rejestruje światło rozproszone na aerozolu. Im więcej cząstek tym silniejszy strumień światła rejestrowany przez detektor. Intensywność mierzonego światła zależy również od wielkości cząstek, im większe cząstki tym więcej mierzonego światła. Czujnik pozwala mierzyć masę cząstek o rozmiarach mniejszych od $1\ \mu\text{m}$ (PM1), mniejszych od $2,5\ \mu\text{m}$ (PM2.5), oraz mniejszych od $10\ \mu\text{m}$ (PM10). Ponadto, rejestruje koncentrację cząstek (liczbę cząstek w jednostce objętości) o rozmiarach powyżej $0,3$; $0,5$; $1,0$; $2,5$; $5,0$ oraz $10\ \mu\text{m}$. Natężenie światła rejestrowane przed detektor jest zamieniane przez układ elektroniczny na postać cyfrową. Do komunikacji czujnika wykorzystany jest standardowy protokół szeregowy. Oznacza to, że aby rejestrować dane potrzebujemy komputera oraz odpowiedniego konwertera USB lub RS232 (o ile komputer posiada taki port). W tym przypadku możemy posłużyć się albo komputerem, który pracuje 24h na dobę albo wykorzystać jeden z mikrokomputerów dostępnych na rynku. Czujnik zasilany jest napięciem 5V.



Ryc. 2 Fizyka działania czujnika pyłu. Komora pomiarowa składa się z źródła światła (dioda LED) oraz detektora światła (fotodiody). Źródło: <http://www.instesre.org/AirQuality/particulates.htm>

Jedną z możliwości jest platforma Raspberry Pi (cena ok. 200-250 zł), która pozwala komunikować się z czujnikiem, rejestrować dane na karcie pamięci oraz wysyłać je na Server lub stronę www. Innym rozwiązaniem jest wykorzystanie mikrokontrolera typu Arduino [2] (np. UNO) w cenie ok. 30 zł i bezpośrednie podłączenie czujnika na odpowiednie wejście układu. Ponadto wymagane jest zaprogramowanie mikrokontrolera, który będzie odpowiedzialny za zbieranie danych i wysyłanie ich np. do komputera za pośrednictwem portu USB. Niezbędne oprogramowanie można pobrać ze strony <https://github.com/CainZ/PM2.5-Sensor-Module---Laser-Sensing>. Schemat podłączenia czujnika do mikrokontrolera Arduino przedstawiony jest na Ryc. 3



Ryc. 3 Podłączenie czujnika SEN0177 do Arduino. Źródło:

https://www.dfrobot.com/wiki/index.php?title=PM2.5_laser_dust_sensor_SKU:S_EN0177

W tym przypadku czujnik zasilany jest z Arduino natomiast Arduino z portu USB. Aby rozpocząć zbieranie danych musimy wykonać następujące czynności:

- Podłączyć czujnik do systemu Arduino zgodnie z Ryc. 3
- Pobrać oprogramowania dla systemu Arduino (<https://www.arduino.cc/en/Main/Software>)
- Pobranie programu obsługującego czujnik SENS0177 <https://github.com/CainZ/PM2.5-Sensor-Module---Laser-Sensing>
- Skopiować programu obsługującego czujnik do edytora Arduino, a następnie kompilacja programu i wgranie go do mikrokontrolera Arduino.
- W programie Arduino naciskamy przycisk Serial Monitor, po którym otworzy się nowe okienku, w którym wyświetlane będą zmierzone wartości.

f) Uruchamiany program, który zbiera dane

2. Instalacja przyrządu

Czujnik przyrządu powinien zostać zainstalowany na zewnątrz w specjalnej wodoodpornej obudowie umożliwiającej wymianę powietrza. Otwór w obudowie zapewniający wentylację powinien znajdować się w spodzie, aby uniemożliwić dostanie się do środka wody opadowej. Wysokość czujnika nie powinna być wyższa niż kilka metrów nad powierzchnią gruntu. W celu eliminacji zakłóceń zaleca się, aby odległość czujnika od systemu zbierania danych nie była większa niż kilka metrów, zaś mini komputer był umieszczony w klasie. Rozwiązanie takie powinno znacząco wydłużyć żywotność całego urządzenia.

3. Spis elementów

- czujnik SEN0177 <https://botland.com.pl/czujniki-gazu/3943-laserowy-czujnik-pylu-stezenia-czastek-pm25.html>
- przewody <https://botland.com.pl/przewody-polaczeniowe/1067-przewody-polaczeniowe-zesko-meskie-20cm-40szt.html>

Opcja I (wymagany w tym przypadku jest komputer do zbierania danych)

- obudowa czujnika SEN0177
- konwerter USB
- przedłużacz USB
- zasilacz 5V
- Arduino <http://abc-rc.pl/Arduino-Uno-R3#axzz4Luk6xBJr>

Opcja II (gdy nie dysponujemy komputerem do zbierania danych)

- Raspberry pi <https://botland.com.pl/moduly-i-zestawy-raspberry-pi-3/5576-raspberry-pi-3-model-b-wifi-bluetooth-1gb-ram-12ghz.html>
- obudowa do Raspberry pi <https://botland.com.pl/obudowy-do-raspberry-pi-32b/2697-obudowa-raspberry-pi-model-32b-rs-pro-przezroczysta-z-klapka.html>
- zasilacz do Raspberry pi (o ile nie jest w zestawie) <https://botland.com.pl/zasilanie-raspberry-pi-32/3142-zasilacz-microusb-5v-2a-raspberry-pi-oryginalny-t5582dv-czarny.html>

- przewód sieciowy do podłączenia mikro komputera do routera

4. Oprogramowanie

5. Literatura

[1] Monitoring jakości powietrza w Polsce
<http://powietrze.gios.gov.pl/gios/site/measuringstation/>

[2] System Arduino, <https://www.arduino.cc/>