

# Adeptus Electronicus

## Spotkanie 2 - Elektroniczny bigos, czyli ciąg dalszy nastąpił



Mróz Krzysztof

[hs3city.slack.com](https://hs3city.slack.com) : @mroz

[private@mrozo.pl](mailto:private@mrozo.pl)

[github.com/mrozo](https://github.com/mrozo)

# Plan spotkania

1. ~~Definicja projektu~~
2. ~~Definicja wymagań funkcjonalnych projektu~~
3. ~~Uzasadnienie wyboru projektu~~
4. Pętla realizacji projektu:
  - 4.1. Wybór wymagania funkcjonalnego.
  - 4.2. Wybór części podstawowych do realizacji wymagania
  - 4.3. Wybór układu realizującego wymagania
5. Analiza wyników

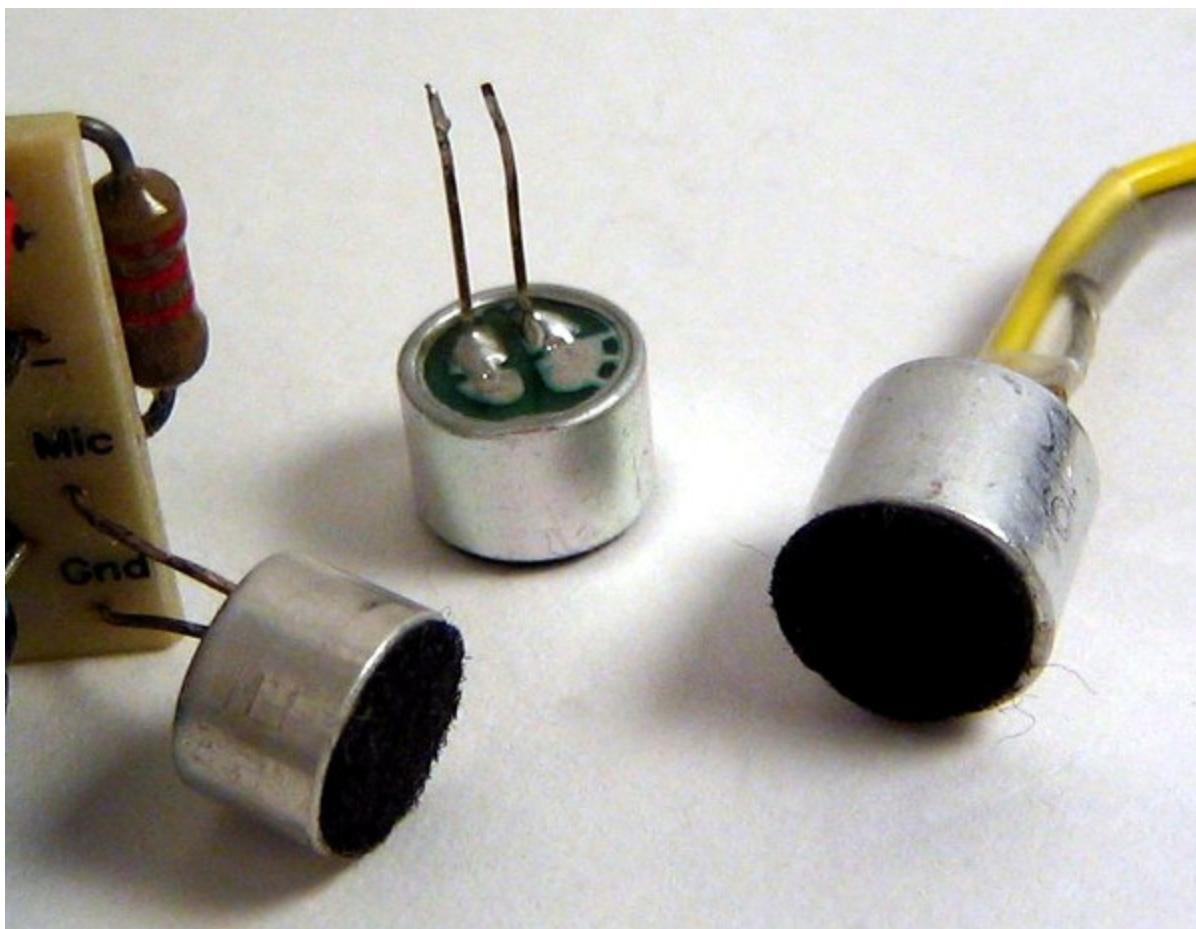
# Wymagania funkcjonalne projektu

1. ~~Bazuje na arduino.~~
2. ~~Pomiar natężenia światła.~~
3. Pomiar mocy chałasu.
4. ~~Pomiar temperatury otoczenia.~~
5. ~~Pomiar wilgotności powietrza.~~
6. Dioda sygnalizująca pomiar dla każdego z czujników.
7. ~~Buzzer sygnalizujący pomiar.~~
8. Przycisk wymuszający natychmiastowy pomiar.

## Wymagania funkcjonalne projektu cd.

9. ~~Silna dioda RGB sygnalizująca pomierzone wartości za pomocą jasności: czerwień – jasność, niebieski – temperatura, zielony – wilgotność powietrza. Im wyższa wartość pomiaru – tym większa jasność danego koloru.~~
10. ~~Przesyłanie wyników pomiarów do komputera.~~
11. ~~Wyświetlanie wyników pomiarów na komputerze.~~

# Pomiar poziomu hałasu - mikrofon elektrytowy



# Mikrofon elektrytowy

Jest to bardzo tani i popularny typ mikrofonu stosowany właściwie wszędzie - w telefonach, komputerach, PDA, RTFM itd.

Na wikipedii napisane jest jak działa, z naszego punktu widzenia ważne są tylko dwie rzeczy:

1. Sposób połączenia mikrofonu do zasilania
2. Czy mikrofon może być podłączony bezpośrednio do arduino?

# Sposób podłączenia mikrofonu

Wykorzystany mikrofon to KPCM-15E (bo jest tani).

Nota katalogowa:

[http://mrozo.pl/hs/pliki/noty\\_katalogowe/f\\_04668.pdf](http://mrozo.pl/hs/pliki/noty_katalogowe/f_04668.pdf)

Bezpośrednio z noty odczytujemy sposób podłączenia mikrofonu do zasilania.

# Czy mikrofon można podłączyć bezpośrednio pod arduino?

Nie. Znaczy tak, ale nie ma to sensu.

Mikrofony elektrytowe charakteryzują się małą amplitudą sygnału wyjściowego - oznacza to, że ciężko jest spróbkować i cokolwiek z nim zrobić.

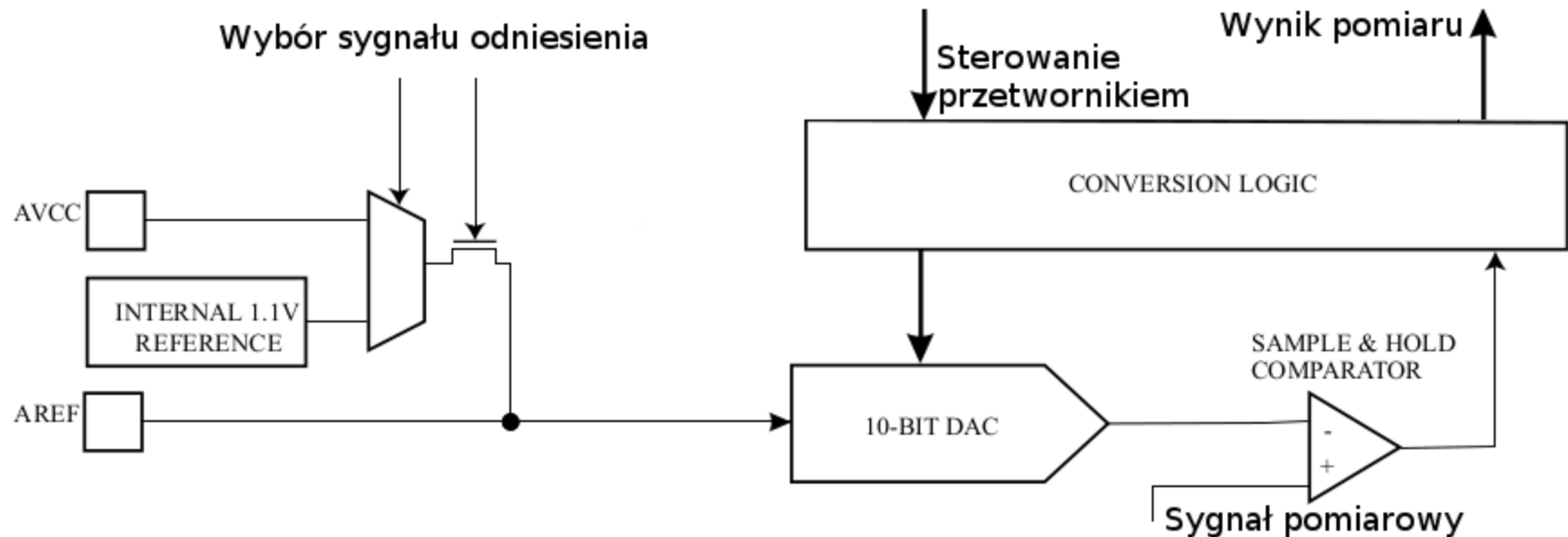
Co to znaczy "mała amplituda"? Na podstawie pomiarów wyznaczono że wynisi ona maks  $65mV$  dla bardzo głośnych dźwięków. Wyniki pomiarów (jeden z szeregowo wpiętym kondensatorem wycinającym składową stałą, drugi bez):

C1	Maximum	15.4662302 / 1 mV	C1	Maximum	4.599153895 V
C1	Minimum	3.637713725 mV	C1	Minimum	4.534941948 V
C1	Peak2Peak	11.828516546 mV	C1	Peak2Peak	64.211946964 mV
C1	Average	9.388019681 mV	C1	Average	4.566376737 V



# Nota o przetwornikach analogowo cyfrowych (A/D)

Dlaczego sygnał wyjściowy z mikrofonu elektrycznego jest "mały"?  
W najogólniejszym przypadku przetwarzanie sygnału o ciągłym czasie i ciągłym zbiorze wartości na wartość cyfrową odbywa się przez porównanie sygnału mierzonego z sygnałem wzorcowym.



Schemat ADC z notu katalogowej atmega 328

# Nota o przetwornikach analogowo cyfrowych (A/D) cd.

1. Jako że ADC porównuje sygnał mierzony do sygnału wzorcowego nie ma dla niego różnicy czy sygnał mierzony jest większy o  $0.001V$  czy  $1000V$  od sygnału wzorcowego. No chyba że coś się zjara.
2. Rozdzielczością przetwornika - precyzja z jaką porównujemy sygnały - czyli najmniejsza wartość zmiany wartości sygnału mierzonego powodująca zmianę sygnału wyjściowego. Rozdzielczość jest zależna od sygnału wzorcowego oraz od szerokości w bitach słowa wyjściowego przetwornika.

# Czyli co to znaczy że sygnał jest "mały"?

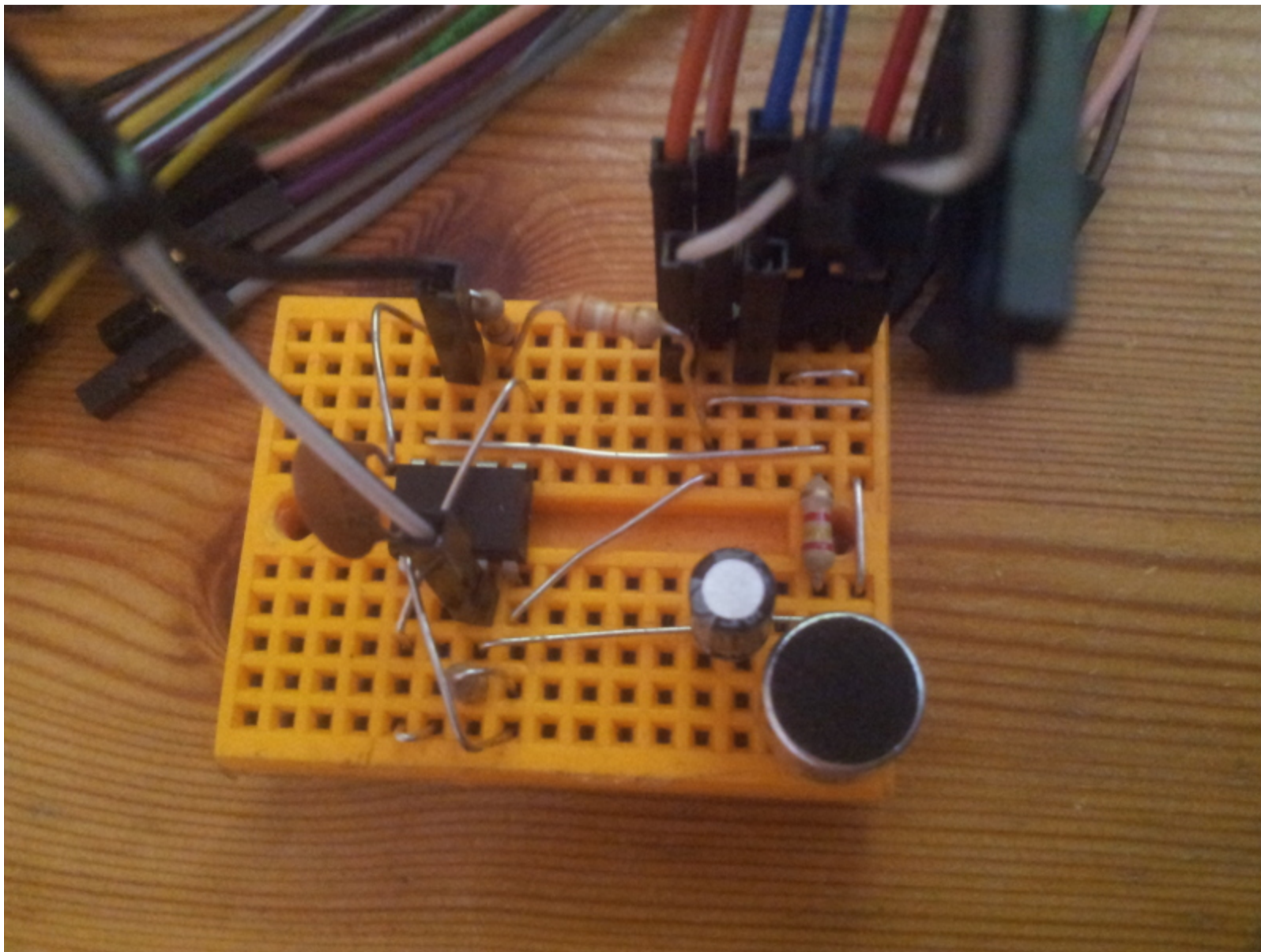
Sygnał jest mały, gdy jego rozpiętość jest porównywalna do rozdzielczości przetwornika. W idealnej sytuacji sygnał wejściowy ADC przyjmuje poziomy między  $0V$ , a napięciem odniesienia (w przypadku arduino  $5V$ ).

Ponieważ długość słowa wyjściowego ADC w arduino wynosi  $N = 10bit$ , a napięcie odniesienia wynosi  $V_{ref} = 5V$  to rozdzielczość wynosi:

$$V_{LSB} = V_{ref} / 2^N \approx 4.88mV$$

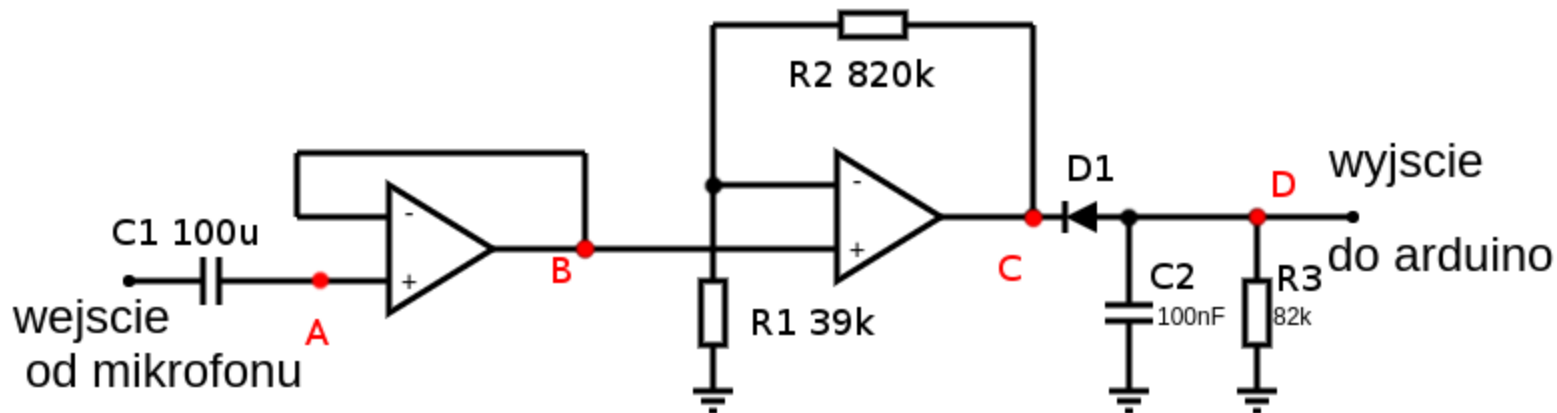
Czyli dla pomierzonego zakresu sygnału wyjściowego mikrofonu można wykryć maks około 10 różnych poziomów. W praktyce mniej

# Odpowiedź



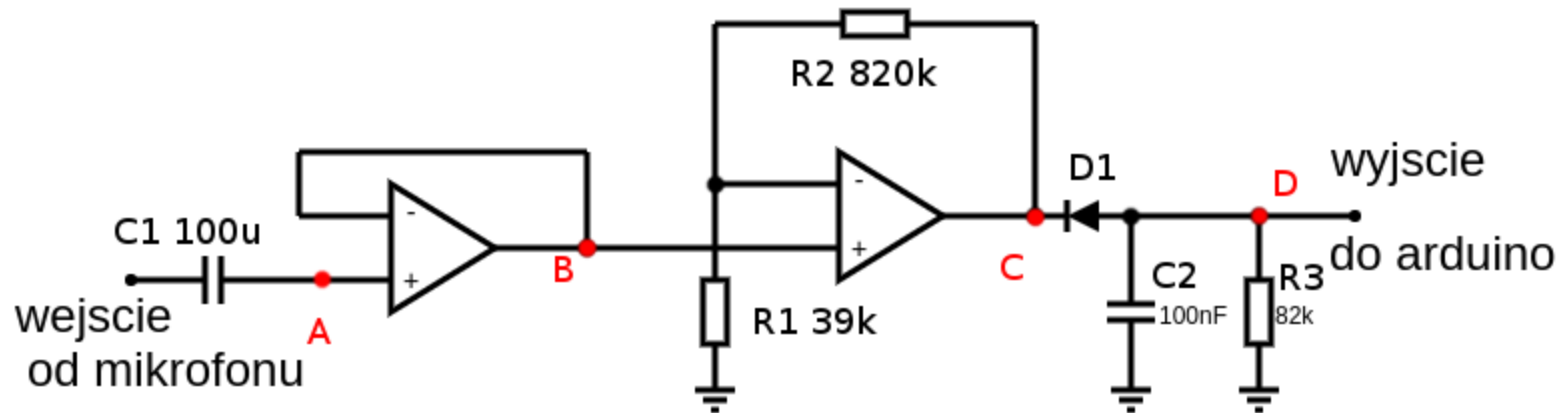
# Wzmacniacz mikrofonowy - znowu to samo

Aby zwiększyć precyzję pomiaru hałasu należy sygnał napierw przeskalować co najmniej o rząd wielkości. Do tego zastosowano ten sam układ co w przypadku czujnika jasności.



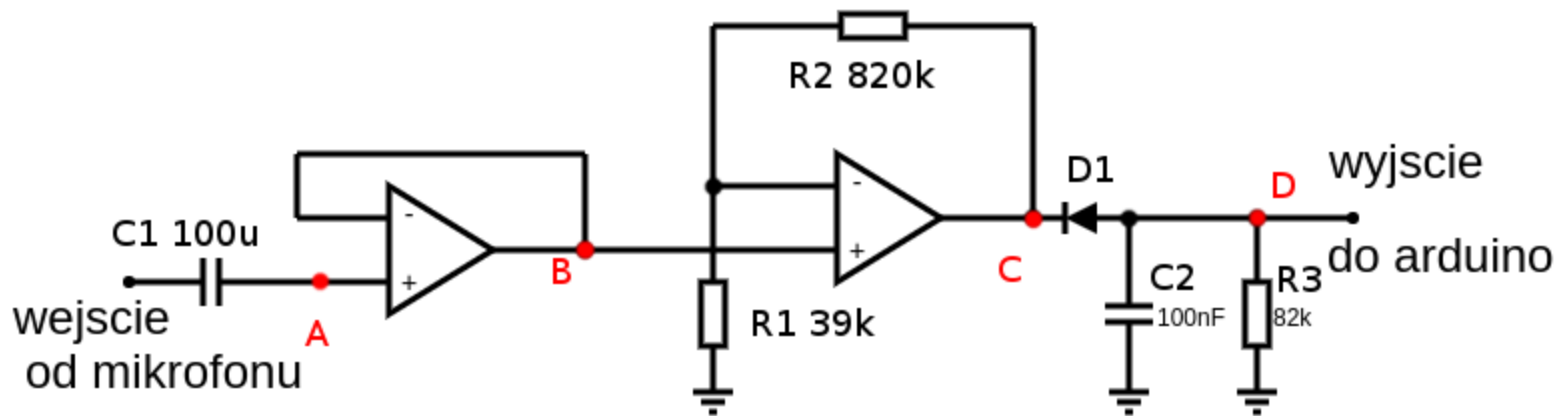
Powyższy schemat prezentuje układ wykorzystany do stworzenia detektora poziomu hałasu wraz z zaznaczonymi węzłami.

# Omówienie schematu wzmacniacza mikrofonowego



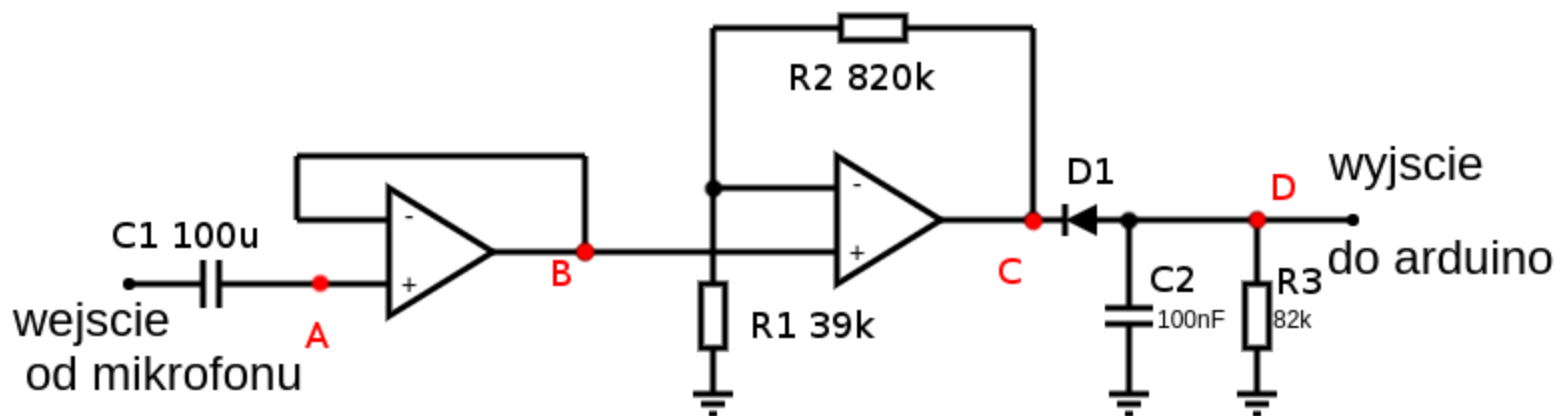
1. kondensator  $C_1$  - usuwa składową stałą z sygnału: przed  $C_1$  mamy  $x + f(t)$ , gdzie  $x$  to jakaś wartość stała, a  $f(x)$  to właściwy sygnał. W punkcie A mamy tylko  $f(x)$
2. Między węzłem A i B jest wzmacniacz operacyjny kopiujący sygnał z węzła A do B celem izolowania mikrofonu od reszty układu. Mikrofon jest bardzo czuły na to, co do niego podłączymy (ma niską impedancję wyjściową).

# Omówienie schematu wzmacniacza mikrofonowego cd.



3. Wzmacniacz operacyjny między punktami  $A$  i  $B$  wraz z rezystorami  $R_1$  i  $R_2$  wzmacnia kopię sygnału  $f'(x)$
- $$(1 + R_2/R_1) \cong 22 \text{ krotnie}$$

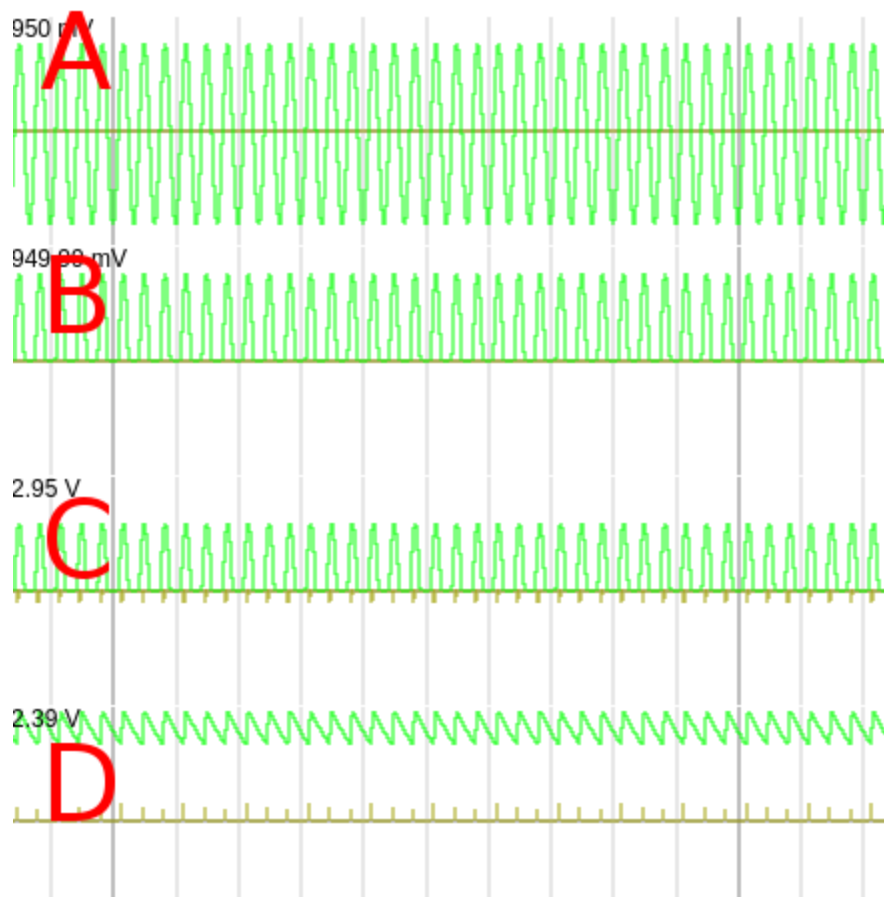
# Omówienie schematu wzmacniacza mikrofonowego cd.



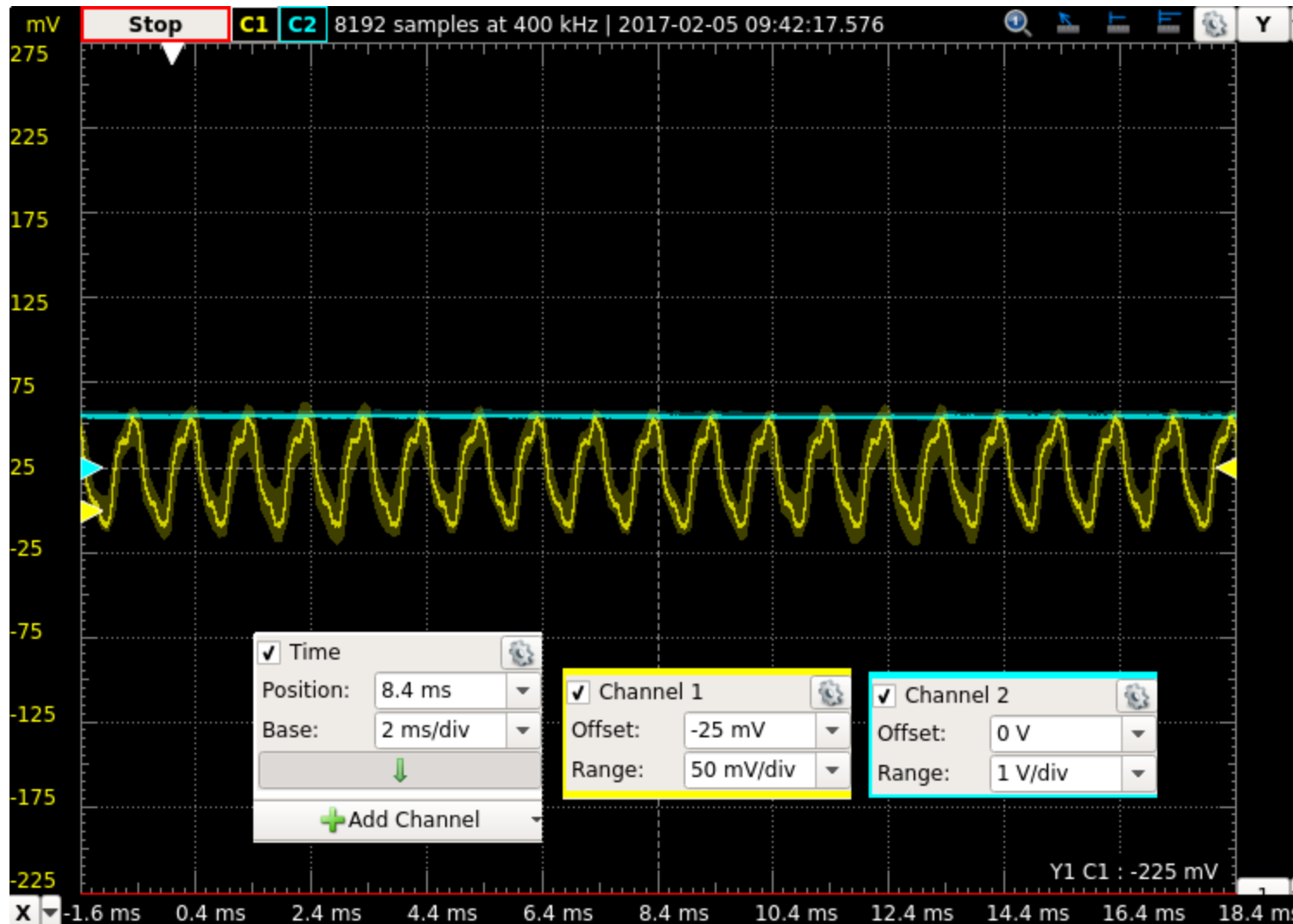
4. Kondensator  $C_2$  gromadzi energię ze wzmacnionego sygnału, zaś  $R_3$  powoli rozładowywuje go.
5. Dioda  $D_1$  jest tutaj kluczowa dla tego układu. Uniemożliwia ona rozładowywanie  $C_2$  przez wzmacniacz operacyjny.



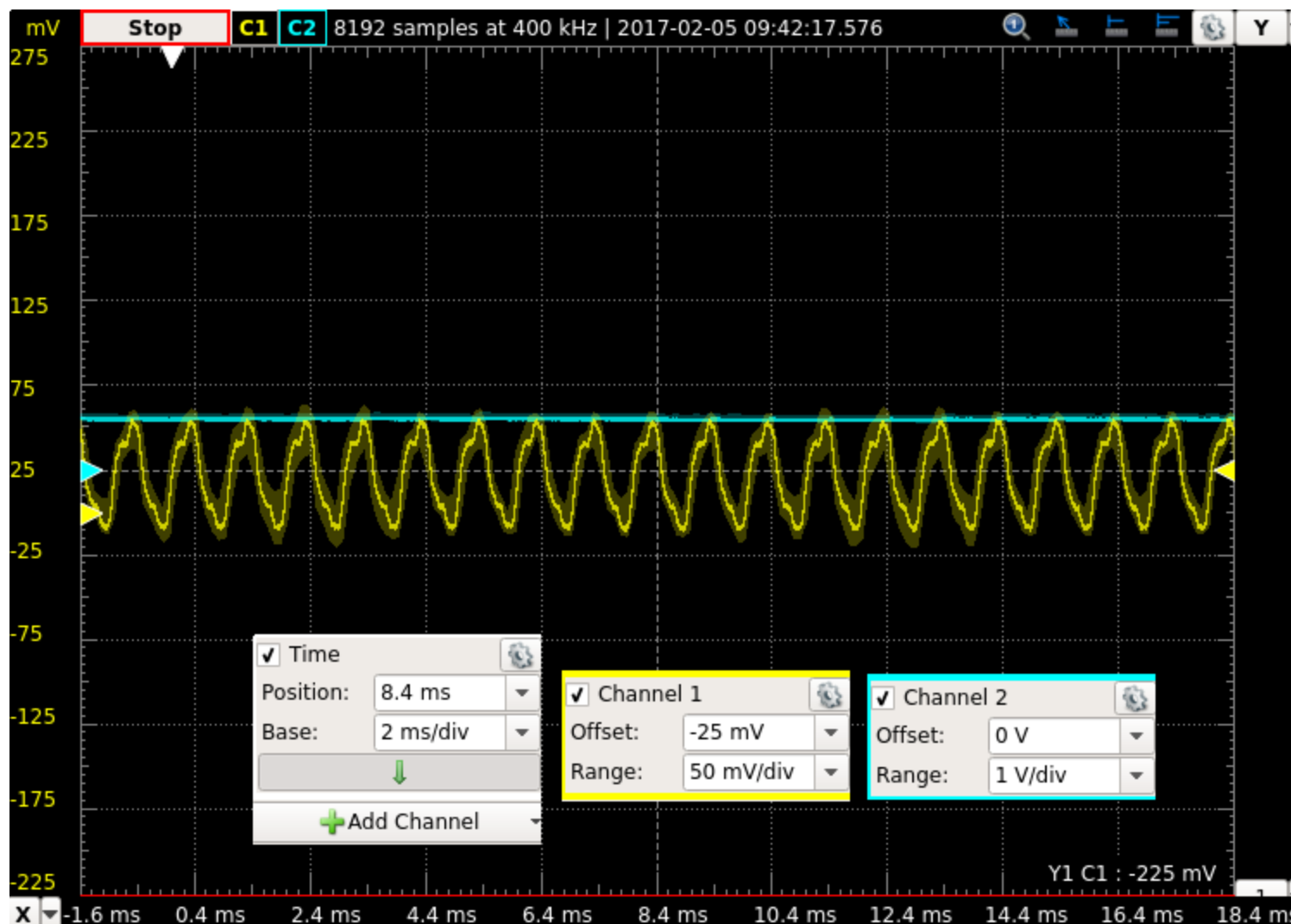
# Wynik symulacji



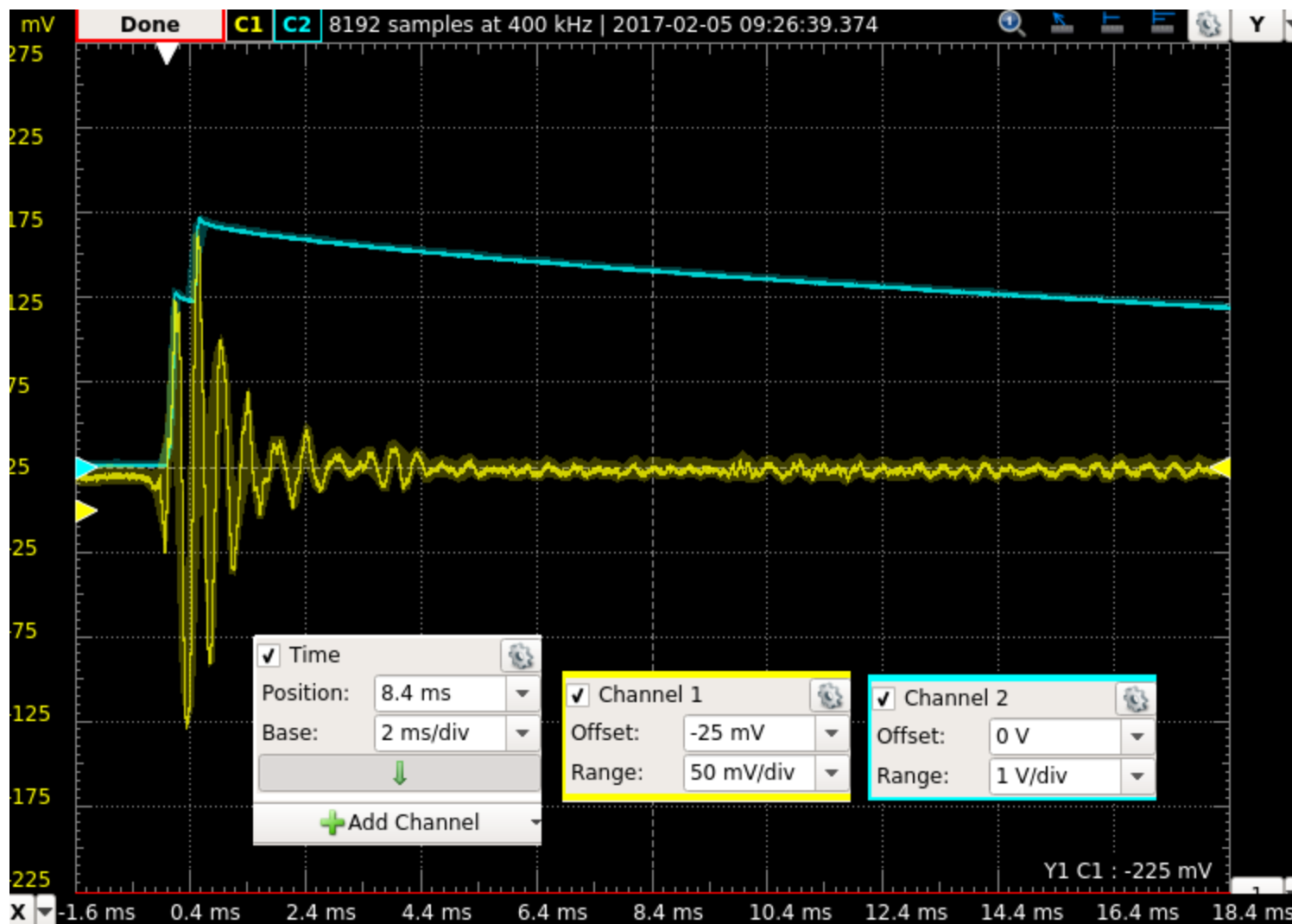
# Pomiary układu $C \rightarrow D$



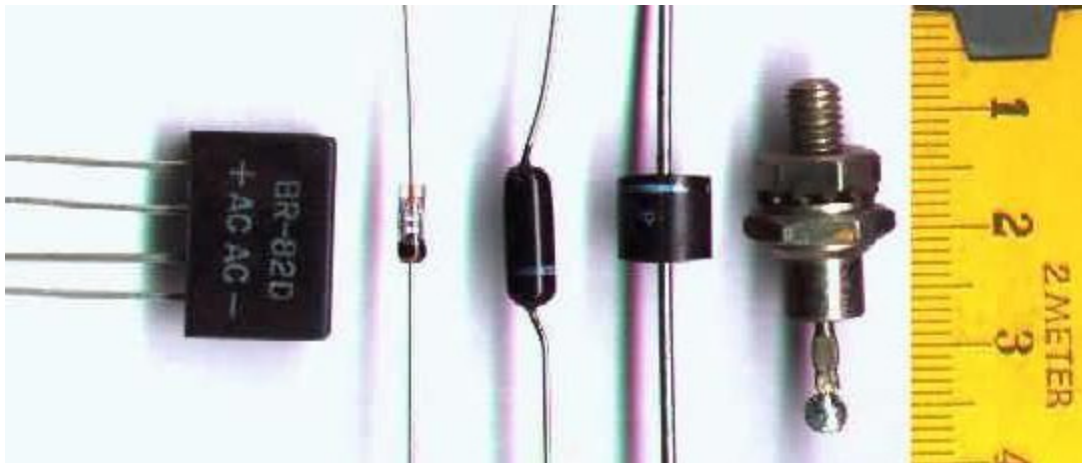
# Pomiary układu $C \rightarrow D$



# Pomiary układu - wzmacnienie $A \rightarrow D$



# Dioda



Dioda to element półprzewodnikowy, który pozwala na przepływ prądu tylko w jednym kierunku. Oczywiście o ile nie zostanie przystawione zbyt wysokie napięcie, lub zbyt duży prąd - wtedy się zjara.

Dioda może być potraktowana jako odpowiednik mechanizmu zapadkowego w tylnym kole roweru - jedną stronę przepuszcza energię bez problemu, w drugą zaś - już nie.

# Kondensator



Kondensator - działa trochę jak bateria - po podłączeniu do napięcia ładuje się, po podłączeniu do obciążenia - rozładowywuje się. Im wyższe napięcie - tym szybciej się ładuje. Im większa pojemność kondensatora - tym wolniej się napełnia.

Używany jako baterie, części filtrów sygnału, piekielnie ważny, podstawowy element każdego układu elektronicznego.

# Kondensatory - nota o zasilaniu

**W każdym układzie elektronicznym** spotyka się kondensatory wpięte bezpośrednio między szyny zasilania. Z założenia występują w układzie: jeden duży przy wejściu zasilającym i jeden mały przy każdym układzie scalonym. Ich zadaniem jest dostarczanie energii w momencie nagłych wzrostów poboru mocy. Typowo używa się elektrolitu  $100\mu F$  na wejściu zasilania oraz  $1\mu F$  przy każdym układzie scalonym.

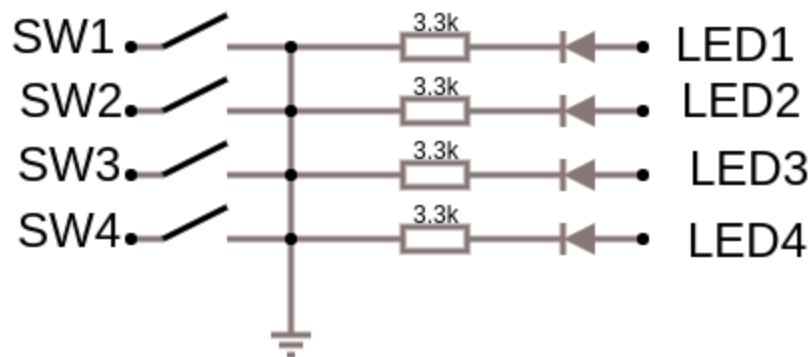






# Interfejs użytkownika

Aby się nie rozwijać zbytnio, zastosujemy najprostrzy możliwy interfejs użytkownika - przyciski oraz diody LED połączone bezpośrednio pod cyfrowe wejścia i wyjścia arduino.



Zapalenie diody polega na ustawieniu podłączonego wyjścia w stan wysoki, a wyłączenie - w stan niski.

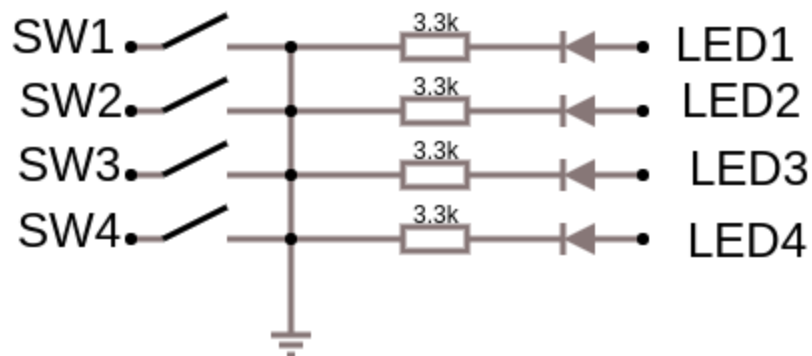
Przyciski wymuszają wykorzystanie wbudowanych w arduino rezystorów podciągających do  $5V$ . Wciśnięcie przycisku powoduje przejście pinu w stan niski (zwarcie do masy).

# Jak tego używać?

Przyciski: <http://www.instructables.com/id/Arduino-Button-with-no-resistor/?ALLSTEPS>

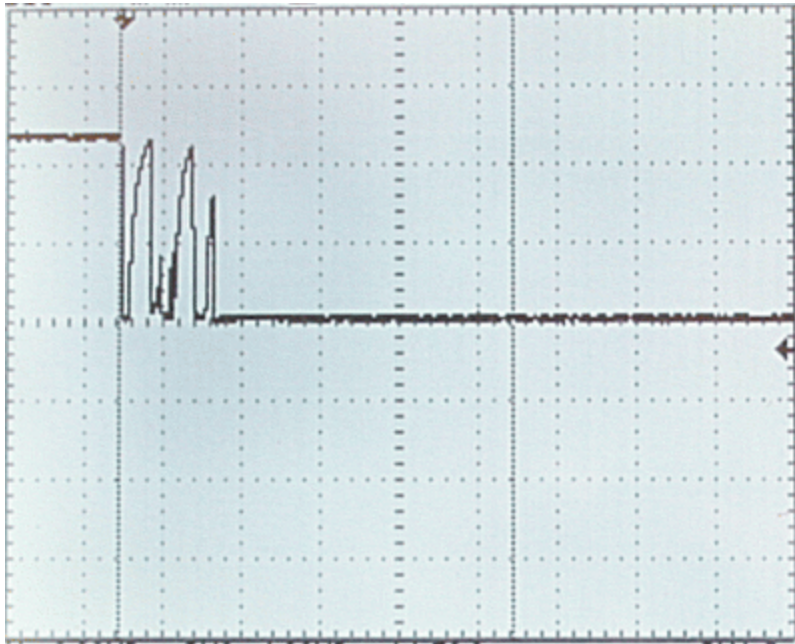
LED: <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/Fade>

# Wskaźniki LED



Należy zwrócić uwagę na inny sposób podłączenia diod niż w przypadku wcześniejszej diody RGB dużej mocy. Jako że zastosowane diody pobierają niewielką moc, mogą być zasilane bezpośrednio z mikrokontrolera. Rezystancja  $3.3k\Omega$  jest optymalna dla wykorzystanego napięcia zasilania wynoszącego  $5V$ . Przy takim ustawieniu przez diody przepływa około  $1mA$  przy napięciu około  $1.7V$  co daje około  $1.7mW$  mocy.

# Czy wiesz że... ? - przyciski drgają



Podczas wciskania przycisk nie generuje ładnego, idealnego przejścia od stanu wysokiego do niskiego ani na odwrot. Każde wciśnięcie generuje wiele przejść (patrz zdjęcie). Zagadnienie odszumiania takiego sygnału nazywa się debouncingiem.

# Interfejs użytkownika, a liczba pinów

Cztery przyciski i cztery diody - to aż 8 pinów. Arduino ma dostępnych 21 pinów. Czy teraz rozumiecie dlaczego niektóre urządzenia mają irytujący sposób obsługi???

Istnieją alternatywne metody podłączania przycisków i led oszczędzające piny wejściowe/wyjściowe takie jak:

1. klawiatury matrycowe
2. klawiatury analogowe (dzielniki napięcia)
3. multipleksacja led (LED CUBE!)
4. klawiatury dotykowe
5. itd.

# Nota o testowaniu

1. Warto wyprowadzić wszystkie znaczące sygnały na łatwo dostępne złącze testowe.
2. Telefon jest bardzo przydatnym narzędziem testowym - może generować sygnały testowe - sygnały audio, świetlne itd. Jest doskonałym narzędziem do tworzenia dokumentacji. Może nawet nagrywać eksperymenty. Istnieją nawet aplikacje typu oscyloskop na telefon.

# Pułapki

- Nie każdy pin arduino ma PWM ;]  
Szlifierka przybywa z odsieczą! (poszukajcie na płytce)
- wszystko zajmuje więcej miejsca niż to się wydaje!
- błędny wybór wzmacniacza dla fotorezystora - wykorzystany mcp358 nie jest typu rail to rail, przez co sygnał dochodzi do maks  $\sim 3.7V$  (przed użyciem scalaka należy sprawdzić notę katalogową!)

# Przydatne linki

1. rezystory ->

<http://www.digikey.com/-/media/Images/Marketing/Resources/Calculators/resistor-color-chart.jpg?la=en-US&ts=72364a89-2139-476a-8a54-8d78dacd29ff>

2. arduino micro pinout -> [http://smartduinos.com/wp-content/uploads/2015/09/tumblr\\_mhwx21ePTX1s5t695o1\\_12801.png](http://smartduinos.com/wp-content/uploads/2015/09/tumblr_mhwx21ePTX1s5t695o1_12801.png)

3. mikrofon -> <https://www.piekarz.pl/pl/pdf.php?id=4668>

4. dht11 -> <http://mikrokontroler.pl/2014/10/06/aplikacja-arduino-czujniki-wilgotnosci-i-temperatury-dht11-i-dht22/>

5. dht11, biblioteka -> <http://playground.arduino.cc/Main/DHTLib>



## Przydatne linki cd.

6. tranzystory ->

[http://www.onsemi.com/pub\\_link/Collateral/BC546-D.PDF](http://www.onsemi.com/pub_link/Collateral/BC546-D.PDF)

7. pnp - 557 - <http://www.farnell.com/datasheets/296678.pdf>

8. jebane kondensatory :

[http://www.marvac.com/fun/images/ceramic\\_cap.jpg](http://www.marvac.com/fun/images/ceramic_cap.jpg)

# Prezentacja

