

## **Stanowisko do badania czujników ultradźwiękowych**

### **Wstęp**

W artykule przedstawiono stanowisko do prowadzenia badań na czujnikach ultradźwiękowych. Praca składa się z trzech części dotyczących istoty zagadnienia, procesu konstruowania i wytworzenia układu oraz przebiegu badania czujników. Część pierwsza zawiera opis przedmiotu, istotę problemu i charakterystykę układu do badania czujników ultradźwiękowych. W drugiej części przedstawiona została koncepcja układu oraz przegląd zastosowanych w projekcie elementów elektronicznych wraz z ich parametrami. Część trzecia zawiera opis badania czujników ultradźwiękowych. Podsumowanie omawia problemy, z jakimi autorzy zetknęli się przy pracy nad stanowiskiem, możliwościami jego wykorzystania oraz rozwoju w przyszłości. Praca na zaprojektowanym stanowisku umożliwi studentom kierunku inżynieria bezpieczeństwa na Uniwersytecie Rzeszowskim poznanie zasady działania czujników ultradźwiękowych oraz wpływu odległości i rodzaju przeszkody na czas, w jakim sygnał zostaje odebrany przez odbiornik sensora. Wymienione powody były głównymi argumentami opowiadającymi się za wykonaniem tego nowatorskiego projektu.

### **1. Laboratoria z przedmiotu techniczne systemy zabezpieczeń**

Stanowisko laboratoryjne zostanie wykorzystane podczas zajęć z przedmiotu techniczne systemy zabezpieczeń. Przedmiot znajduje się według aktualnie zatwierdzonego planu studiów kierunku inżynieria bezpieczeństwa w grupie przedmiotów kierunkowych na szóstym semestrze trzeciego roku studiów pierwszego stopnia. Przewidywana liczba godzin wykładowych oraz zajęć laboratoryjno-projektowych wynosi po piętnaście godzin. W skali ECTS (European Credit Transfer System) odzwierciedlającej ilość pracy włożonej przez studenta w przedmiot w stosunku do całkowitej ilości pracy przypadającej na semestr bądź cały rok akademicki oceniany jest na trzy punkty [Plan kierunku studiów: inżynieria bezpieczeństwa z dnia 4 lipca 2013 r.].

Wymagania wstępne określające zakres wiedzy i umiejętności niezbędnych przed przystąpieniem do realizacji przedmiotu obejmują zagadnienia z zakresu elektrotechniki, elektroniki, a w szczególności wiadomości i umiejętności z zakresu obwodów prądu stałego i przemiennego, wiadomości i umiejętności z zakresu elektrotechniki i elektroniki analogowej oraz modelowania zagrożeń

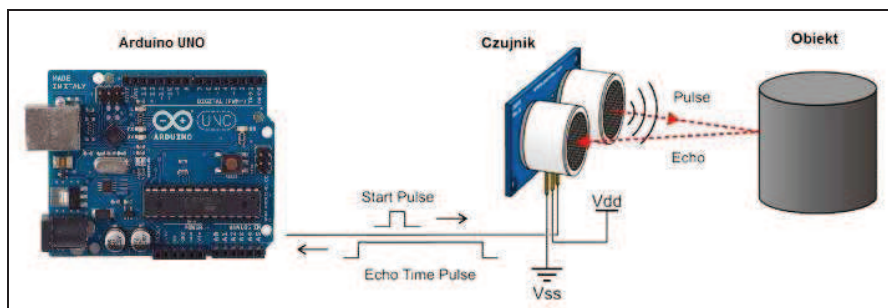
[Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 12 lipca 2007 r.; Marszałek, Białogłowski 2013].

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z prawidłowym przebiegiem prac projektowych, konstruktorskich i eksploatacyjnych, technicznych systemów zabezpieczeń, kształtowanie umiejętności analizy, projektowania, konstruowania, eksploatacji i optymalizacji technicznych systemów zabezpieczeń oraz rozwijanie umiejętności pracy indywidualnej i grupowej, podziału obowiązków, wykazywania się odpowiedzialnością za powierzone zadanie [tamże].

Praktyczne kształcenie z przedmiotu techniczne systemy zabezpieczeń opiera się na realizacji ćwiczeń laboratoryjnych w grupach 3-4-osobowych, przy wykorzystaniu metody laboratoryjnej, metody przewodniego tekstu oraz metody projektów.

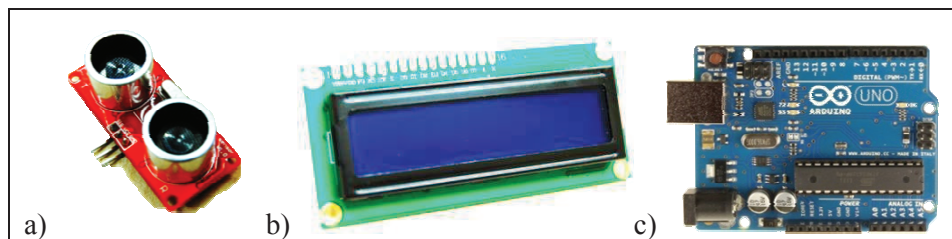
## 2. Budowa stanowiska

Kluczowym podzespołem stanowiska jest czujnik ultradźwiękowy wykorzystujący fale, których częstotliwość wynosi 40kHz (poza granicą słyszalności przez ludzi) [Gajdek 2009; Świsulski, Rafiński 2007]. Czujnik ultradźwiękowy składa się z nadajnika emitującego falę ultradźwiękową oraz odbiornika, który odbiera odbity od przeszkody sygnał.



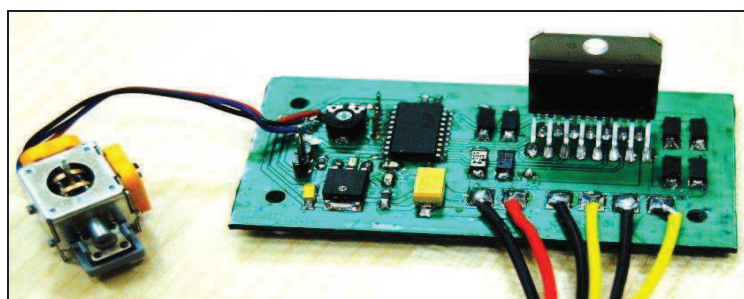
Rys. 1. Rysunek przedstawiający zasadę działania czujnika ultradźwiękowego

Do czujnika ultradźwiękowego dołączony został ciekłokrystaliczny wyświetlacz LCD, na którym wyświetlany jest czas powrotu echa wysłanego sygnału wyrażony w  $\mu\text{s}$  oraz obliczona na tej podstawie odległość, w jakiej znajduje się czujnik od przeszkody, wyrażona w mm. Czujnik ultradźwiękowy (rys. 2a) połączony jest z zaprogramowanym w języku C mikrokontrolerem (rys. 2c), który steruje czujnikiem oraz jest odpowiedzialny za przedstawienie wyników pomiaru na wyświetlaczu LCD (rys. 2b). Mechaniczny układ przesuwu przeszkody jest precyzyjnie sterowany poprzez kontroler silnika krokowego. Osoba badająca układ wpływa za pomocą joysticka na odległość przeszkody, od której odbija się wysłany przez nadajnik sygnał.



**Rys. 2. Główne elementy zestawu: a) czujnik ultradźwiękowy, b) wyświetlacz LCD, c) zestaw uruchomieniowy Arduino UNO**

Pierwszym zadaniem było przygotowanie podstawy stanowiska o wymiarach 500 x 250 mm obejmującej zarówno część mechaniczną, jak i elektroniczną układu. Kolejną czynnością podczas konstruowania stanowiska było wykonanie uchwytu, którego zadaniem jest transport badanego materiału. Do tego celu autorzy użyli mechanizmu napędowego składającego się z przekładni kół zębatych, paska napędzającego oraz silnika krokowego pozyskanego ze skanera płaskiego. Ruchomy element mechanizmu, na którym przymocowane zostały materiały przeznaczone do detekcji, osadzony został na przewodniku o przekroju okrągłym przymocowanym do kątowników oraz do szyny wykonanej na potrzeby tego projektu. Kolejnym etapem projektu było wykonanie przeszkód, od których wysyłana fala ultradźwiękowa zostaje odbita. Materiały, które zostały użyte do ich wytworzenia, to pleksi, szkło, karton, pianka oraz miedziana i stalowa płytka. Wymiary każdej z wykonanych próbek były ujednolicone i wynosiły 200 x 100 mm. Po wykonaniu roboczej części stanowiska autorzy przystąpili do konstruowania sterownika silnika krokowego (rys. 3). Sterownik ma za zadanie płynną regulację prędkości obrotowej i kierunku obrotu silnika użytego w projekcie. Płyta sterownika wraz z montażem elementów została wykonana w Pracowni Innowacyjnych Konstrukcji Elektronicznych Laboratorium Sterowania Układów Mechanicznych i Elektrycznych Centrum Innowacji i Transferu Wiedzy Matematyczno-Przyrodniczej Uniwersytetu Rzeszowskiego.



**Rys. 3. Moduł sterownika silnika krokowego**

### 3. Charakterystyka stanowiska

Podczas doboru czujników ultradźwiękowych autorzy musieli przede wszystkim zwrócić uwagę na parametry sensorów, możliwości mikrokontrolera sterującego wysyłaniem i odbieraniem fali ultradźwiękowej oraz możliwością montażu wyświetlacza LCD przedstawiającego aktualne parametry pracy stanowiska. Dodatkowym czynnikiem, jaki należało wziąć pod uwagę, był zakres pracy czujników. Optymalnym wyborem okazał się model czujnika PING o parametrach pokrywających się z założeniami projektowymi (tabela 1).

Tabela 1

#### Specyfikacja czujnika ultradźwiękowego zastosowanego w projekcie

Lp.	Parametr	Wartość parametru
1.	Wymiary modułu	43 x 20 x 15 [mm]
2.	Napięcie pracy	5 [V]
3.	Prąd statyczny	< 2 [mA]
4.	Prąd podczas pracy	15 [mA]
5.	Zakres pomiaru	30- 4000 [mm]
6.	Dokładność pomiaru	ok. 10 [mm]
7.	Kąt efektywnego działania	<15 [°]
8.	Maksymalny kąt działania	30 [°]
9.	Częstotliwość pracy	40 [kHz]
10.	Szerokość wyzwalanego impulsu	10 [μs]
11.	Podłączenie	1.VCC / 2.GND/ 3. SIG

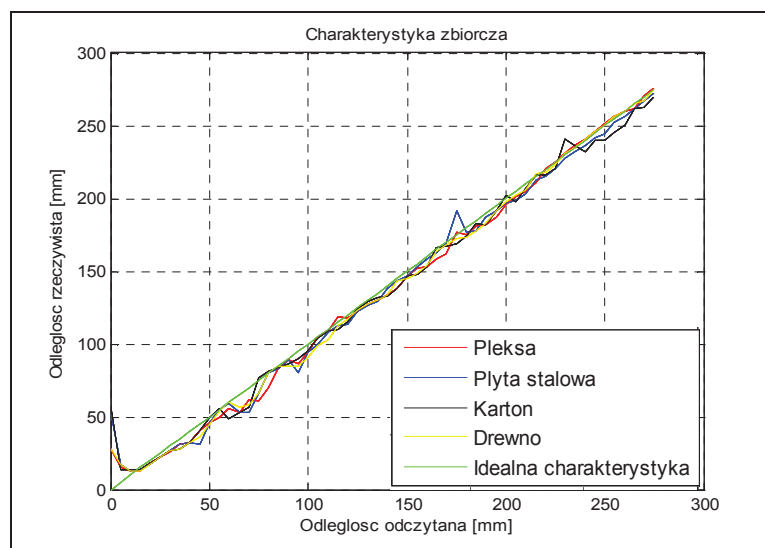
Źródło: [http://www.seeedstudio.com/wiki/index.php?title=Ultra\\_Sonic\\_range\\_measurement\\_module](http://www.seeedstudio.com/wiki/index.php?title=Ultra_Sonic_range_measurement_module)

Sprawnie działający układ potrzebował odpowiedniego mikrokontrolera, który byłby odpowiedzialny zarówno za sterowanie czujnikiem ultradźwiękowym, jak i wyświetlaczem. Analizując dostępne na rynku mikrokontrolery, autorzy zdecydowali się na model ATmega328 znajdujący się w zestawie Arduino UNO. Wybór w dużej mierze spowodowany był niską ceną oraz parametrami spełniającymi wymagania stanowiska badawczego. Dodatkowymi atutami decydującymi o wyborze zestawu Arduino jest łatwość jego programowania oraz bezawaryjność. Warto również wspomnieć, iż wybrany przez autorów mikrokontroler cechuje się dużą dokładnością i szybkością wykonywanych obliczeń zadanych w programie, dzięki czemu wypisywane na wyświetlaczu wyniki są

bardzo miarodajne. Kolejnym czynnikiem, jaki należało wziąć pod uwagę, był rodzaj wyświetlacza. Podczas badania określony ma zostać czas powrotu sygnału oraz odległość przeszkody od czujnika, w związku z czym autorzy zdecydowali się na użycie wyświetlacza, który wyświetla informacje w dwóch osobnych liniach. Zabieg ten miał na celu zwiększenie czytelności otrzymanych wyników.

#### 4. Przebieg badania

Podczas wykonywania badań określa się na czas, w jakim fala ultradźwiękowa natrafiająca na przeszkodę powraca do czujnika w zależności od odległości i materiału zastosowanego jako obiekt. Następnie należy porównać rzeczywistą odległość czujników od przeszkody z tą, która jest przedstawiona na wyświetlaczu LCD. Badanie należy przeprowadzić dla odległości w zakresie 0–300 mm, co ok. 5 mm dla przykładowych materiałów umieszczanych jako przeszkody (szkło, pleksi, płyta miedziana, płyta stalowa, karton, pianka) (rys. 4).



Rys. 4. Wyniki wykonanych pomiarów dla poszczególnych materiałów

#### Podsumowanie

Wykonany przez autorów projekt stanowi alternatywę dla istniejących stanowisk do badania czujników ultradźwiękowych. Związane jest to z zastosowaniem różnorodnych materiałów oraz precyzyjnej mechatronicznej konstrukcji stanowiska. Studenci korzystający z wykonanego przez autorów układu będą mogli zaobserwować zakres pracy czujników ultradźwiękowych w odniesieniu do różnorodnych materiałów oraz ustawienia samego czujnika. Funkcjonalność stanowiska w przyszłości można rozszerzyć o płynną regulację kąta położenia czujnika, co spowoduje bardziej precyzyjne nastawy podczas przeprowadzania ćwiczenia.

## Literatura

Gajek A., Juda Z. (2009), *Czujniki*, Warszawa.

[http://www.seeedstudio.com/wiki/index.php?title=Ultra\\_Sonic\\_range\\_measurement\\_module](http://www.seeedstudio.com/wiki/index.php?title=Ultra_Sonic_range_measurement_module)

Marszałek A., Białogłowski R. (2013), *Sylabus przedmiotu „techniczne systemy zabezpieczeń”*, maszynopis, Rzeszów.

Noga B., Kosma Z., Parczewski J. (2009), *Inventor. Pierwsze kroki*, Warszawa.

Piotrowski J. (2009), praca zbiorowa, *Pomiary – czujniki i metody pomiarowe wybranych wielkości fizycznych i składu chemicznego*, Warszawa.

Plan kierunku studiów: inżynieria bezpieczeństwa przyjęty przez Radę Wydziału Matematyczno-Przyrodniczego UR 4 lipca 2013 r.

Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 12 lipca 2007 r. w sprawie standardów kształcenia dla poszczególnych kierunków oraz poziomów kształcenia, a także trybu tworzenia i warunków, jakie musi spełniać uczelnia, aby prowadzić studia międzykierunkowe oraz makrokierunki wraz z załącznikami.

Świsulski D., Rafiński L. (2007), *Sensoryka robotów laboratorium*, Gdańsk.

## Streszczenie

Skonstruowane przez autorów stanowisko służy do badania czujników ultradźwiękowych podczas zajęć laboratoryjnych z przedmiotu techniczne systemy zabezpieczeń. Studenci korzystający z układu sprawdzają wpływ odległości, rodzaju materiału oraz ustawień na odczyt podstawowych parametrów czujników.

**Słowa kluczowe:** elektronika, dydaktyka, techniczne systemy zabezpieczeń, dydaktyka elektroniki, zajęcia laboratoryjne.

## Testing stand for ultrasonic sensors

### Abstract

Testing stand for ultrasonic sensors constructed by the authors is used during technical security systems laboratory classes. Students using this stand are checking the influence of distance, material, and position of sensor on basic parameters.

**Key words:** electronics, didactics, technical protection systems, didactics of electronics, laboratory class.