

„CKZ - Ciekawe Kształcenie Zawodowe”

Projekt realizowany jest w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Podlaskiego na lata 2014-2020, Oś Priorytetowa III Kompetencje i kwalifikacje Działanie 3.3 Kształcenie zawodowe młodzieży na rzecz konkurencyjności podlaskiej gospodarki. Projekt współfinansowany jest ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

Zajęcia pozalekcyjne – „Roboty mobilne”

Materiały szkoleniowe wraz z ich opracowaniem na cele edukacyjne

1. Czujniki

Czujniki są niezbędne do pracy większości maszyn, linii technologicznych, układów sterowania, czy robotach. Choć niepozorne, to bez nich nie byłoby możliwe wykrywanie obecności obiektów, określanie ich cech, kontrola pracy urządzeń i układów.

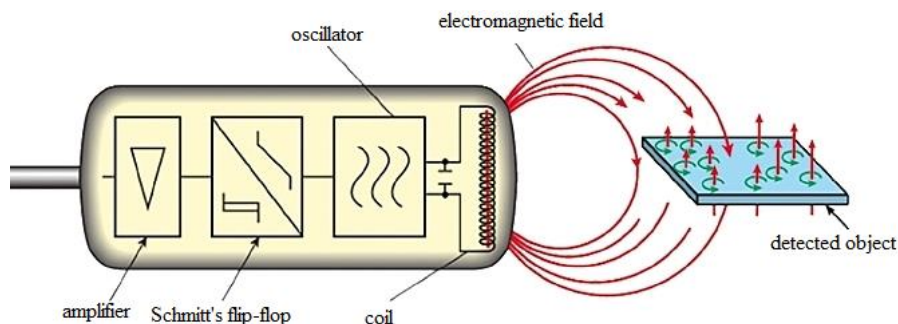
Podzespoły te służą przede wszystkim do wykrywania obecności obiektów, ich zliczania, a nawet do określania niektórych cech fizycznych. Użycie czujników pozwala na automatyczne sterowanie pracą maszyn i układów, kontrolowanie poziomu niektórych cieczy i materiałów sypkich, a nawet zapewnianie bezpieczeństwa personelowi, gdy stosowane są one w systemach bezpieczeństwa.

Jest dużo rodzajów czujników. Jednymi z popularniejszych typów czujników są : indukcyjne, pojemnościowe i ultradźwiękowe.

- **Czujniki indukcyjne**

Służą one do wykrywania obecności przedmiotów metalicznych, charakteryzując się dobrą odpornością na trudne warunki środowiskowe, zanieczyszczenia i wibracje. Fakt, że działają bezdotykowo sprawia, że są trwalsze i nie zużywają się tak szybko, jak czujniki stykowe. Co więcej, zwykle są wykonywane w szczelnie zamkniętych obudowach, co wydłuża czas bezawaryjnej pracy i uodparnia czujnik na warunki środowiskowe.

Czujnik indukcyjny monitoruje zmiany pola magnetycznego występujące na skutek pojawienia się obiektu metalicznego w pobliżu czoła sensora. Zasięg działania, czyli tzw. strefa robocza, jest zależny od wielkości zastosowanego elementu detekcyjnego, którym jest cewka i zazwyczaj jest proporcjonalny do wymiarów, a konkretnie do długości czujnika. Jest to podstawowy parametr każdego czujnika tego typu. W zależności od budowy czoła i średnicy czujnika, wynosi ona do kilkunastu milimetrów.



Rys.1 Budowa czujnika indukcyjnego

Kluczowym elementem czujnika indukcyjnego jest cewka umieszczona przy czole obudowy.

Typowo na wyjściu lub wyjściach czujnika są tranzystory NPN lub PNP, które mogą być skonfigurowane są na dwa sposoby: tranzystory wyjściowe mogą być załączane, gdy czujnik wykrywa przedmiot (typ NO - Normally Open), lub gdy go nie wykrywa (typ NC - Normally Close).

- **Czujniki pojemnościowe**

W sytuacjach, gdy czujnik indukcyjny nie może być zastosowany - np. ze względu na wykrywanie obiektów niemetalowych i brak możliwości zastosowania niezawodnego systemu dźwigni pierwszym, alternatywnym wyborem jest najczęściej czujnik pojemnościowy. Sensory tego typu pozwalają na wykrywanie elementów wykonanych z praktycznie dowolnych materiałów, ale zwykle mają mniejszy zasięg niż czujniki indukcyjne, a także charakteryzują się dużą wrażliwością na zabrudzenia i przeszkody pomiędzy nimi a elementami wykrywanymi.

Typowo, czujników pojemnościowych używa się do wykrywania przekroczenia poziomu przez ciecz lub materiał sypki, wykrywania różnych obiektów np. transportowanych na taśmociągu, pomiarów grubości np. drewna lub folii.

Zewnętrznie czujniki pojemnościowe są zbudowane w sposób zbliżony do modeli indukcyjnych i różnią się jedynie zasadą działania. Zamiast cewki jest stosowany kondensator złożony z jednej okładki. Drugą okładkę stanowi obiekt zbliżany do czoła czujnika. Jego pojawienie się zmienia parametry kondensatora i jest to zjawisko wykrywane przez obwody czujnika.

- **Czujniki ultradźwiękowe**

Trudność związana z zastosowaniem technologii ultradźwiękowej wynika z faktu, że o ile w przypadku innych rodzajów czujników zbliżeniowych, wystarczy tylko wykrywanie wysokiego lub niskiego stanu (np. napięcia) na przetworniku, to w omawianych sensorach często konieczne jest prowadzenie bardziej złożonych pomiarów. Emiter nadaje fale ultradźwiękową o częstotliwości od kilkudziesięciu kiloherców do kilkuset kiloherców, która skierowana jest w stronę wykrywanych obiektów. Gdy natrafi na przeszkodę, odbija się i wraca do sensora (rysunek 4).

Specyfika rozchodzenia się fal ultradźwiękowych sprawia, że sygnał bardzo często dociera do detektora nawet, jeśli w zasięgu pracy czujnika nie znajduje się wykrywany obiekt. Wynika to z faktu, że fala może odbić się od innych obiektów - np. od obudowy maszyn i mogłaby powodować fałszywe odczyty.

Z tego względu, kluczowe dla sensorów ultradźwiękowych jest liczenie czasu, który mija od wysłania sygnału do jego powrotu. Czas ten zależy od szybkości rozchodzenia się danej fali w ośrodku, jakim zazwyczaj jest powietrze o temperaturze pokojowej, pod ciśnieniem atmosferycznym i od odległości, jaka dzieli nadajnik od napotkanej przeszkody.

Jeśli sygnał wróci do detektora po czasie krótszym niż określony, oznacza to, że w zasięgu sensora znalazł się obiekt. Jeśli po dłuższym, należy przyjąć, że odbicie nastąpiło od któregoś z elementów obudowy maszyn znajdujących się w pomieszczeniu, lub po prostu od ściany.

2. Mikrokontrolery

Są to układy scalone przeznaczone do wykonywania operacji arytmetycznych i sterowania elementami i układami takimi jak na przykład roboty.

Mikrokontrolery AVR:

Podstawowe elementy struktury wewnętrznej mikrokontrolera:

- procesor (ang. **C**entral **P**rocessing **U**nit, w skrócie **CPU**) - odpowiedzialny jest za realizację napisanego przez nas programu;
- pamięci – służące do zapamiętywania danych, różniące się pojemnością, szybkością dostępu czy trwałością danych;
- urządzenia peryferyjne - służące do komunikacji z otoczeniem, najczęściej używane są równoległe porty wejściowo/wyjściowe.

Działanie:

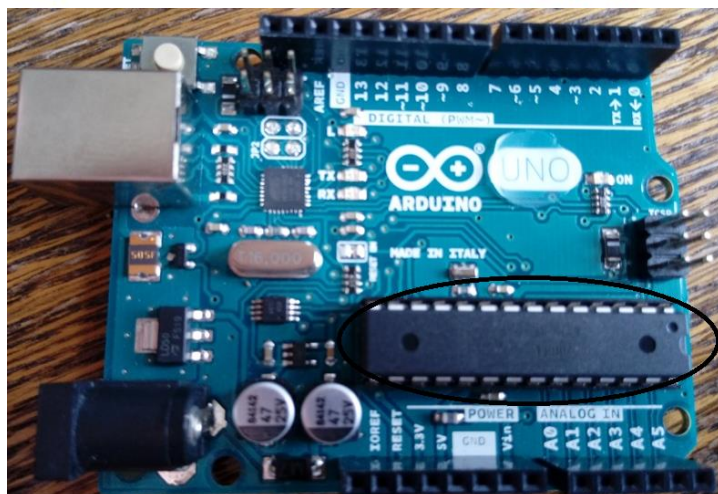
Za pomocą ścieżki po lewej stronie komunikacja zachodzi tylko w jedną stronę – od CPU do układu docelowego. Jest to szyna adresowa. Po prawej stronie natomiast znajduje się szyna danych, za pomocą której dane mogą płynąć w obu kierunkach (rys. 1).

Wielkość szyny danych ma diametralny wpływ na szybkość wykonywanych operacji.

W mikrokontrolerach AVR szyna ma szerokość 8 bitów, przez co np. liczba typu „int” zajmująca 16 bitów musi zostać przetransportowana na 2 razy. Komputery osobiste są zwykle wykonane w architekturze 32- lub 64-bitowej. Komputer może dużo szybciej wykonywać te same zadania.

Komunikacja między procesorem, a innymi układami za pomocą szyny adresowej i szyny danych jest bardzo prosta. Najpierw procesor poprzez szynę adresową wybiera aktualnie potrzebny układ, a następnie, przez szynę danych, bajty wędrują z albo do procesora. Każdy układ ma unikalny adres, więc kiedy jedno urządzenie jest w użyciu, reszta nie korzysta z szyny danych. Warto jeszcze wspomnieć o układzie sygnału zegarowego. Odpowiada on za generowanie impulsów o stałej częstotliwości. Sygnał zegara dociera do CPU oraz układów peryferyjnych i w jego takt wykonywane są wszystkie operacje. Jest on drugim ważnym czynnikiem, wpływającym na szybkość działania mikrokontrolera.

Mikroprocesor AVR jest także sercem płytki Arduino:



Rys. 1 Arduino UNO z mikrokontrolerem AVR.

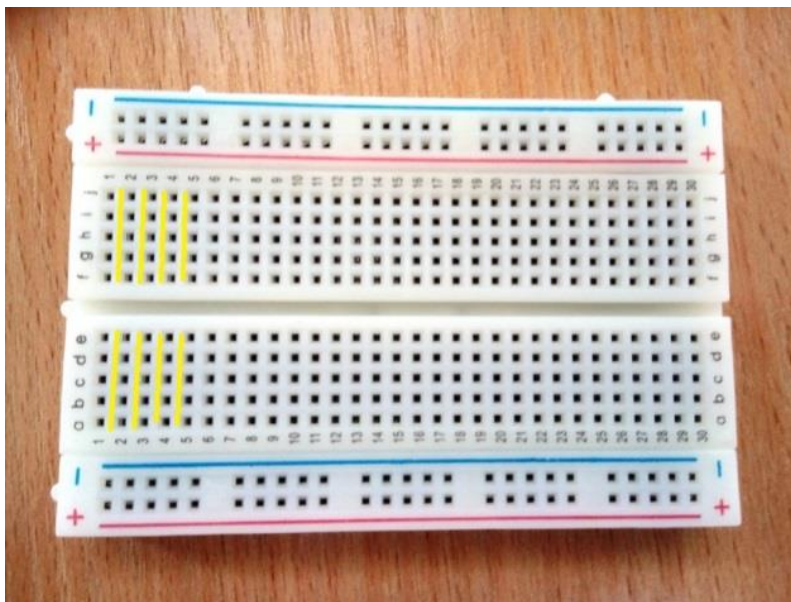
3. Płytki stykowa

Płytki stykowa przeznaczona jest do łączenia układów elektronicznych bez konieczności lutowania.

Płytki stykowa posiada otwory znajdujące się w pewnej odległości od siebie w które wkłada się wyprowadzenia podzespołów elektronicznych. Odstępy wynoszą 2,54mm (jest to standardowy odstęp w płytkach stykowych).

Poszczególne pola są ze sobą połączone od spodu. Na rys.1 te pola są wyszczególnione za pomocą kolorów. Wzdłuż płytki mamy podłużne szyny, które służą one do rozprowadzania zasilania po całej płytce tj.:

- szyny wzdłuż czerwonej linii podłączamy do dodatniego bieguna zasilania;
- szyny wzdłuż niebieskiej linii podłączamy do ujemnego bieguna zasilania;
- szyny wzdłuż żółtej linii są ze sobą też połączone elektrycznie i podłączamy do nich poszczególne elementy.



Rys.2 Widok płytki stykowej (400 otworów).

Na płytce mamy 2 razy po 30 pionowych sekcji połączonych elektrycznie. W skład każdej z sekcji wchodzi 5 pól z sekcji poziomej oznaczonej literowo od „a” do „e” lub od „f” do „j”. Otwory z sekcji a-e oddzielone są większym odstępem od sekcji f-j aby można było łączyć układy scalone w odpowiedniej obudowie.

Napięcie można doprowadzić do szyn rozprowadzających następująco:

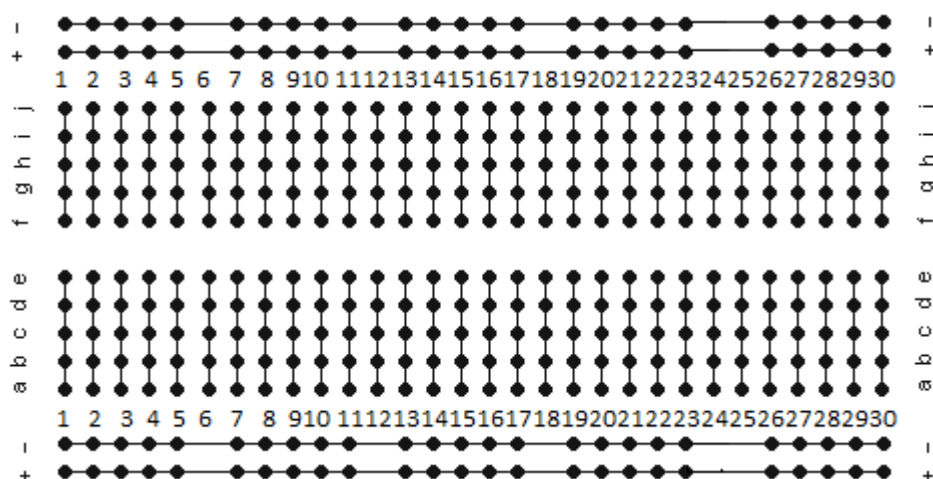
- po dwóch stronach płytki;
- do szyn tylko po jednej stronie płytki;
- bezpośrednio do zasilanych podzespołów.

Możemy spotkać płytki stykowe o różnych wielkościach:

- małe o liczbie otworów np.100;
- średnie o liczbie otworów np.830;
- duże o liczbie otworów np.3220.

Na płytkach stykowych możemy budować obwody prądu stałego o niskim napięciu.

Na rysunku poniżej przedstawiony został schemat wszystkich połączeń elektrycznych płytki stykowej o liczbie otworów 400:



Rys.3 Połączenia elektryczne (wewnętrzne) płytki stykowej.

4. Przewody elektryczne

Przewód elektryczny – jest elementem obwodu elektrycznego, który służy do prowadzenia prądu elektrycznego wzdłuż określonej drogi. Przewód wykonany jest z materiału przewodzącego (żyła), najczęściej materiałem tym jest miedź lub aluminium.

Podział przewodów ze względu na pełnioną funkcję w instalacjach elektrycznych nn:

Przewód fazowy (L) – przewód elektryczny roboczy, będący w czasie normalnej pracy pod napięciem fazowym służący do przesyłania energii elektrycznej w sieci elektroenergetycznej.

Przewód neutralny (N) – przewód elektryczny roboczy połączony z punktem neutralnym sieci elektroenergetycznej, służący do przesyłania energii elektrycznej dla odbiorników jednofazowych zasilanych napięciem fazowym i ma duże znaczenie dla prawidłowego ich funkcjonowania wynikającego z niesymetrycznego obciążenia.

Przewód ochronny (PE) – przewód elektryczny służący wyłącznie ochronie przed porażeniem elektrycznym.

Przewód ochronno-neutralny (PEN) – przewód elektryczny roboczy łączący funkcje przewodu neutralnego N i przewodu ochronnego PE .

Przykładowe przewody elektryczne:

a) łączące programator z płytką Arduino:

Przewód USB typu A - USB typu B wykorzystywany do połączenia komputera z urządzeniami wyposażonymi w gniazda USB typu B.

c) łączące elementy między sobą lub między wyjściami I/O

Przewody połączeniowe do zestawów startowych, zestawów Arduino, do łączenia elementów robotów itp. Przewody o różnej liczbie pinów i różnej długości do tworzenia połączeń elektrycznych np. pomiędzy wyjściami I/O procesora a elementami peryferyjnymi takimi jak: czujniki czy silniki.

- ☐ przewód męsko - męski
- ☐ przewód damsko - męski
- ☐ przewód damsko - damski

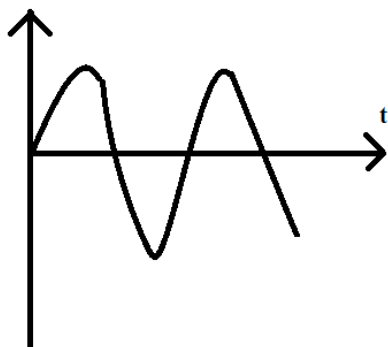
5. Sygnały analogowe i cyfrowe

Sygnał- jest to zmienność dowolnej wielkości fizycznej w funkcji najczęściej czasu . Sygnały możemy podzielić na analogowe, dyskretne i cyfrowe.

a) Sygnały analogowe

Są to sygnały ciągłe w czasie mogące przyjmować dowolne wartości.

Przykład sygnału analogowego:

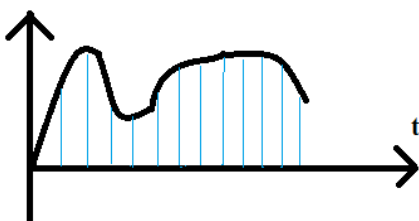


Rys 4. Sygnał analogowy

b) Sygnały dyskretne

Są to sygnały nieciągłe w czasie, które uzyskamy gdy będziemy prowadzili ciągły pomiar i zapisywali wartości sygnału w określonych odstępach czasowych.

Przykład sygnału dyskretnego:

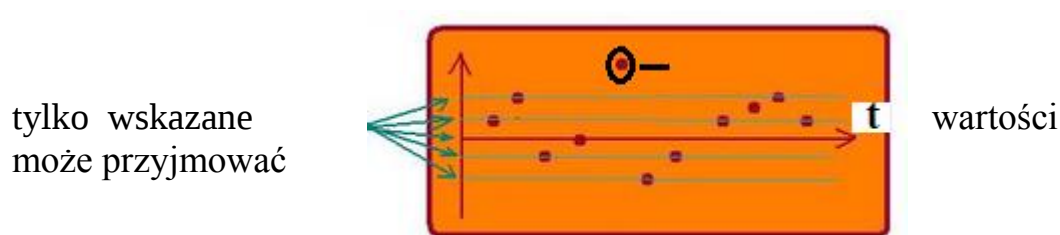


Rys 5. Sygnał dyskretny

c) Sygnały cyfrowe

Są to sygnały dyskretne w czasie oraz przyjmujące tylko pewne określone wartości. Ponieważ sygnały, z którymi spotykamy się w rzeczywistości są analogowe przed przystąpieniem do jakichkolwiek operacji na sygnale musimy przekształcić sygnał analogowy na cyfrowy - dokonać konwersji analogowo-cyfrowej (A/D).

Przykład sygnału cyfrowego:



Rys 6. Sygnał cyfrowy

Parametry sygnałów:

- Wartość średnia sygnału w przedziale
- Wartość średnia sygnału okresowego
- Energia sygnału
- Moc średnia sygnału w przedziale
- Moc chwilowa sygnału

Do zmiany sygnału z analogowego na cyfrowy i odwrotnie służą przetworniki.

Najczęściej używanymi przetwornikami są:

- analogowo-cyfrowe (A/D) – zmieniające sygnał analogowy na cyfrowy;
- cyfrowo analogowe (D/A) – zmieniające sygnał cyfrowy na analogowy.

6. Wyświetlacze

Wyświetlacz – jest to układ elektroniczny, który służy do wyświetlania informacji.

a) Wyświetlacz siedmiosegmentowy

Jest podstawowym urządzeniem, który w powszechnym użytkowaniu zdolny jest wyświetlać znaki.



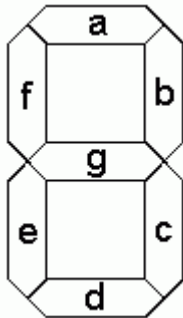
Rys 7. Wyświetlacze siedmiosegmentowe

Wyświetlacz siedmiosegmentowy, to nic innego jak zbiór diód LED. Jednemu segmentowi, odpowiada jedna dioda. W jednym wyświetlaczu zazwyczaj znajdziemy ich osiem (siedem na znaki + kropka). Można wyróżnić dwa typy wyświetlaczy siedmiosegmentowych:

- Ze wspólną anodą – wspólnym biegunem wyświetlacza jest anoda – co oznacza że jest ona podłączona do pinu zasilania, a wyświetlacz sterowany jest katodami, czyli masą.
- Ze wspólną katodą – wspólnym biegunem wyświetlacza jest katoda – czyli katody diód LED w segmentach podłączone są do masy, a na konkretne anody podajemy zasilanie.

Ale samo zapalenie diod w segmencie nie spowoduje jego świecenia. Za zasilenie odpowiedniego wyświetlacza odpowiada tranzystor, który też musi zostaćysterowany.

Rozkład segmentów w wyświetlaczu przedstawia się następująco:



Rys 8. Segmenty wyświetlacza

Działanie wyświetlacza siedmosegmentowego:

Kiedy chcemy zapalić diody które ułożą się w cyfrę 4. Musimy zapalić segmenty: f,g,b,c. Są one podłączone do pinów, kolejno: PD6, PD7, PD2, PD3. Sumujemy ich wagi: $64 + 128 + 4 + 8 = 204$. Tyle właśnie wynosi wartość dziesiętna, którą będziemy wpisywać do rejestru mikrokontrolera zapalając cyfrę 4. Z innymi postępujemy analogicznie.

b) Wyświetlacz LCD

Działanie tego wyświetlacza opiera się na zmianie polaryzacji światła przechodzącego przez ciekłą substancję krystaliczną pod wpływem przyłożonego pola elektrycznego. Uzyskuje się wówczas zmianę przezroczystości pożądanego fragmentu, co przekłada się na wyświetlenie odpowiedniej informacji cyfr czy liter. Tego typu wyświetlacze mają dużo wad - są nieodporne na uderzenia mechaniczne ponieważ konstrukcja oparta jest na płytkach szklanych, źle znoszą także wysokie i niskie temperatury oraz do odczytania przedstawianej informacji potrzebują oświetlenia zewnętrznego. Dodatkowo do ich sterowania musi być wykorzystywane napięcie przemiennie. Wyświetlacze LCD charakteryzują się bardzo niskim poborem prądu. Zmiana zawartości wyświetlacza następuje tutaj pod wpływem pola elektrycznego. Taki wyświetlacz wielopozycyjny pobiera podczas pracy prąd o wartości poniżej 1 mA



Rs 9. Wyświetlacz LCD

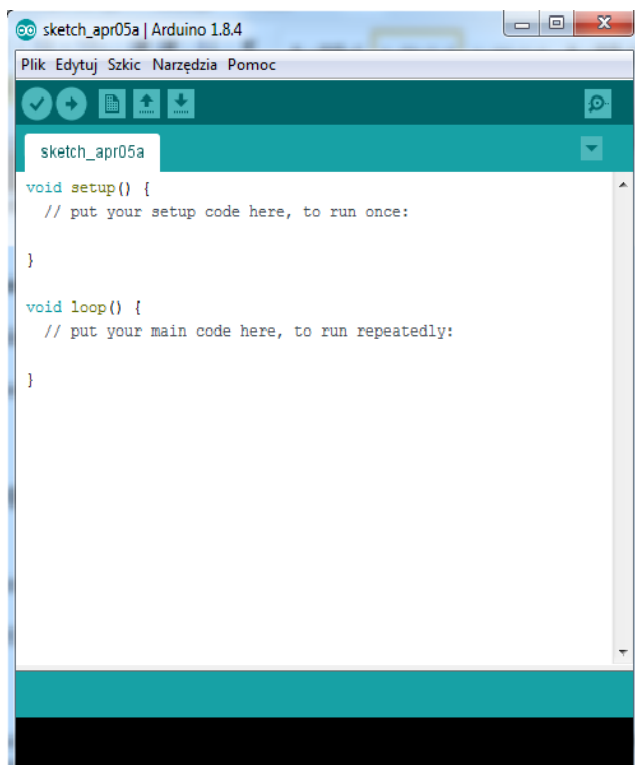
Zastosowanie wyświetlacza:

- instalacje alarmowe,
- aparatura medyczna.
- roboty

7. Aplikacje do programowania mikrokontrolerów.

Aplikacje , które będą wykorzystywane na zajęciach to:

- ARDUINO



Jest to aplikacja tekstowego programowania mikrokontrolerów, które będą sercem budowanych robotów mobilnych. Wykorzystywany jest tutaj język programowania C.

Aplikacja ta jest przeznaczona do programowania płytek ARDUINO a dokładniej do mikrokontrolerów które znajdują się na tych płytkach.

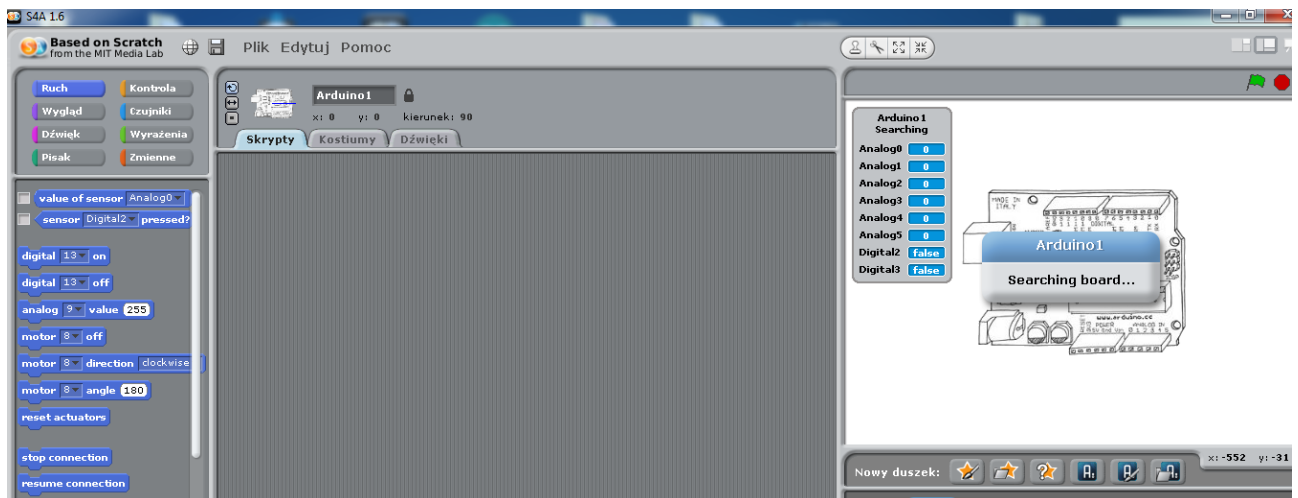
W aplikacji tej możemy znaleźć dużo instrukcji przydatnych do programowania robotów mobilnych.

Procedura połączenia płytki ARDUINO na której znajduje się mikrokontroler z aplikacją ARDUINO:

- Podłączamy kabel USB z jednej strony do komputera z drugiej strony do płytki ARDUINO;
- Następnie uruchamiamy aplikację ARDUINO

- W aplikacji ARDUINO wchodzimy w zakładkę Narzędzia i wybieramy odpowiednią płytkę ARDUINO, następnie wybieramy odpowiedni port szeregowy po którym się łączymy z płytką;
- Po wykonaniu tych czynności możemy wgrać program na robota, połączyć się z robotem i testować wgrany na niego program.

- S4A



Rys 10. Aplikacja S4A

Jest to aplikacja do graficznego programowania mikrokontrolerów, które będą sercem budowanych robotów mobilnych.

Aplikacja posiada 8 zakładek programowych. W każdej z tych zakładek znajdują się bloczki programowe z pomocą których budowany jest program sterowania robotem mobilnym. Są to:



W zakładce tej znajdują się bloczki programowe związane z poruszaniem robota tj. ruszaniem, zatrzymywaniem, kierunkiem itp.



W zakładce tej znajdują się bloczki programowe związane z wyglądem czyli ze zmianą efektów kolorystycznych, ze zmianą wymiarów robota itp.



Dźwięk

W zakładce tej znajdują się bloczki programowe związane z efektami dźwiękowymi.



Pisak

W zakładce tej znajdują się bloczki programowe związane z możliwością zastosowania u robota pisaka.



Kontrola

W zakładce tej znajdują się bloczki programowe związane z kontrolą robota czyli sterowaniem nim a także blok startowy programu.



Czujniki

W zakładce tej znajdują się bloczki programowe związane z czujnikami które mogą być wykorzystane przy sterowaniu robotów.



Wyrażenia

W zakładce tej znajdują się bloczki programowe związane z wyrażeniami czyli możliwością programowania różnych warunków działania robotów mobilnych.



Zmienne

W zakładce tej jest możliwość tworzenia własnych zmiennych czyli bloczków programowych, które będą spełniać określone zadania przy programowaniu robota.

Procedura połączenia płytki ARDUINO na której znajduje się mikrokontroler z aplikacją S\$A:

- Podłączamy kabel USB z jednej strony do komputera z drugiej strony do płytki ARDUINO;
- Następnie uruchamiamy aplikację ARDUINO



- W aplikacji ARDUINO wchodzimy w zakładkę Narzędzia i wybieramy odpowiednią płytkę ARDUINO, następnie wybieramy odpowiedni port szeregowy po którym się łączymy z płytką;
- Teraz musimy wgrać kod źródłowy który nazywa się „S4AFirmware” ponieważ jest on niezbędny przy łączeniu się płytki ARDUINO z aplikacją S4A
- Po wykonaniu tych czynności możemy się łączyć z robotem i testować wgrany na niego program.

8. Elementy składowe do budowy robota.

- do robota SUMO

- 1 Silnik Pololu
- 2 Mocowania do micro silników Pololu - aluminiowe
- 3 Koło Solarbotics RW2 - mocowanie zewnętrzne
- 4 L298N - dwukanałowy sterownik silników - moduł
- 5 Pakiet Li-Pol Gens Ace 1300mAh 25C 2S 7,4V
- 6 Para konektorów T-DEAN
- 7 Czujnik odbiciowy KTIR0711S - moduł
- 8 Pololu D24V22F5 - przetwornica step-down - 5V 2,5A
- 9 Mikroprzełącznik bistabilny ON-ON 7x7mm
- 10 Moduł Bluetooth 2.1 XM-15B 3,3V/5V
- 11 Adafruit Metro 328 - bez złącz - zgodny z Arduino
- 12 Pololu VL53L0X time-of-flight - czujnik odległości i światła otoczenia I2C
- 13 Sharp GP2Y0A51SK0F - analogowy czujnik odległości 2-15cm
- 14 Pakiet Li-Pol Gens Ace 2200mAh 25C 2S 7.4V
15. Koła Pololu 42x19mm
16. Zestaw kół gąsienicowych Pololu 22T

- do robota LINEFOLLOWER

- 1 Silnik Pololu HP 30:1 obustronny wał
- 2 Mocowania do micro silników Pololu
- 3 Koło Solarbotics RW2i - mocowane wewnętrznie
- 4 Pololu TB6612FNG - dwukanałowy sterownik silników 13,5V/1A
- 5 Zestaw enkoderów magnetycznych do micro silników Pololu (kompatybilne z HPCB) 2,7-18V
- 6 Pakiet Li-Pol Dualsky 520mAh 25C 2S 7.4V
- 7 Listwa z czujnikami odbiciowymi QTR-8A - analogowa
- 8 Pololu D24V50F5 - przetwornica step-down - 5V 5A
- 9 Mikroprzełącznik bistabilny ON-ON 7x7mm
- 10 Moduł Bluetooth 2.1 XM-15B 3,3V/5V
- 11 Bluno Mega 1280 BLE Bluetooth 4.0 - kompatybilny z Arduino
- 12 Pakiet Li-Pol Dualsky 800mAh 25C 2S 7.4V ECO-S

- dodatkowe elementy:

- 1 Wskaźnik napięcia Li-pol 1-8S z buzzerem P309
- 2 Gniazdo JST proste raster 1,5mm - pionowe
- 3 Ładowarka Li-Pol Imax B3 Pro z balanserem

- 4 Przewód microUSB B - A - Esperanza EB144W - 1,5m - biały
- 5 Zestaw lutowniczy: lutownica 30W + odsysacz, cyna i akcesoria

Zapoznanie z elementami składowymi do budowy robotów mobilnych realizowane jest poprzez wchodzenie na stronę producenta zapoznanie się z danymi technicznymi danego elementu, a następnie na w czasie trwania zajęć testowanie tych elementów.

9. Test sprawdzający przed rozpoczęciem zajęć i po zakończeniu zajęć.

Poniżej przedstawiony jest opracowany test sprawdzający wiedzę uczniów przed rozpoczęciem zajęć i po ukończeniu tych zajęć:

Test wiedzy

.....
(Imię i nazwisko)

1. Do którego podzespołu mikrokontrolera odnosi się skrót CPU?
 - A. Pamięci
 - B. Licznika
 - C. Procesora
 - D. Rejestru
2. Szyny wzdłuż czerwonej linii na płycie stykowej podłączamy do:
 - A. bieguna ujemnego
 - B. wejść cyfrowych
 - C. wyjść cyfrowych
 - D. bieguna dodatniego
3. Poniższy rysunek przedstawia:



- A. Przewód wykorzystywany do połączenia komputera z urządzeniami wyposażonymi w gniazda USB
- B. Przewód typu L
- C. Przewód typu P
- D. Przewód typu PN

4. Sygnał ciągły w czasie mogący przyjmować dowolne wartości to:
 - A. Sygnał analogowy
 - B. Sygnał cyfrowy
 - C. Sygnał dyskretny
 - D. Sygnał chwilowy

5. Które urządzenie odpowiada za niesienie informacji o stanie obiektu lub procesu to:
 - A. Przekaznik elektromagnetyczny
 - B. Przemiennik częstotliwości
 - C. Czujnik kontaktronowy
 - D. Stabilizator

6. Działanie wyświetlacza LCD opiera się na zmianie polaryzacji światła przechodzącego przez ciekłą substancję krystaliczną pod wpływem:
 - A. pola magnetycznego
 - B. rezystancji
 - C. ciepła
 - D. pola elektrycznego

7. Rezystor warstwowy nazywamy rezystorem którego działanie polega na tym, że:
 - A. Prąd płynie przez drut oporowy lub taśmę nawiniętą na korpus izolacyjny
 - B. Prąd płynie przez cienką, wykonaną z węgla lub metalu warstwę przewodzącą
 - C. Prąd płynie przez cały przekrój poprzeczny
 - D. Żadna z odpowiedzi nie jest prawidłowa

8. Którą z poniżej wymienionych diód stosuje się w urządzeniach pracujących z bardzo dużymi częstotliwościami:
 - A. Tunelowa
 - B. Stabilizacyjna
 - C. Prostownicza

D. Pojemnościowa

9. Aplikacja do graficznego programowania mikrokontrolerów nazywa się:

- A. S5A
- B. S4A
- C. A4S
- D. A5S

10. Aplikacja do tekstowego programowania mikrokontrolerów z wykorzystaniem języka C to:

- A. AKONTROLO
- B. PROGRAMO
- C. ARDUINO
- D. PROGRAMINO

Poniżej karta odpowiedzi:

KARTA ODPOWIEDZI

.....
(Imię i nazwisko)

NUMER PYTANIA	ODPOWIEDZI			
1	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D
2	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D
3	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D
4	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D
5	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D
6	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D
7	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D
8	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D
9	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D
10	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D

10.Literatura:

[http://ep.com.pl/artykuly/10319-Czujniki indukcyjne i pojemnościowe w praktyce inżynierskiej.html](http://ep.com.pl/artykuly/10319-Czujniki_indukcyjne_i_pojemnosciowe_w_praktyce_inzynierskiej.html) ()

[http://ep.com.pl/artykuly/10432-Czujniki ultradźwiękowe w automatyce przemysłowej.html](http://ep.com.pl/artykuly/10432-Czujniki_ultradzwiekowe_w_automatyce_przemyslowej.html) ()

[http://forbot.pl/blog/artykuly/teoria/mikrokontroler-wszystko-co-powinniscie-wiedziec-o-jego-działaniu-id1314](http://forbot.pl/blog/artykuly/teoria/mikrokontroler-wszystko-co-powinniscie-wiedziec-o-jego-dzialaniu-id1314) ()

[http://robotykadlapoczatkujacych.pl/plytka-stykowa-instrukcja-obsługi/](http://robotykadlapoczatkujacych.pl/plytka-stykowa-instrukcja-obslugi/) ()

[https://pl.wikipedia.org/wiki/Przew%C3%B3d elektryczny#Budowa](https://pl.wikipedia.org/wiki/Przew%C3%B3d_elektryczny#Budowa) ()

<http://zasoby.open.agh.edu.pl/~10swlabaj/sygnal/sygnal2.html> ()

<http://gotronik.com/2015/07/24/avr-podstawy-atmega32-i-wyswietlacz-siedmiosegmentowy/> ()