

8. ROBOTICKÁ RUKA – JOYSTICK

VĚTŠINA INDUSTRIÁLNÍCH I DOMÁCÍCH SYSTÉMŮ MÁ NĚJAKÉ VSTUPNÍ ZAŘÍZENÍ – OVLADAČ. V TÉTO KAPITOLE SE SEZNÁMÍTE S JOYSTICKEM, KTERÝ ZNÁTE Z POČÍTAČOVÝCH HER, JAKO VSTUPNÍM ZAŘÍZENÍM PRO OVLÁDÁNÍ ROBOTICKÉ RUKY.

CÍLE

- ① Pochopit princip joysticku a jeho využití jako vstupní zařízení pro konstrukce na bázi Arduina.
- ② Sestrojit jednoduchou robotickou ruku za pomocí krokového motorku, servo motorku a dílů vytiskných na 3D tiskárně.
- ③ Tuto ruku naprogramovat a nastavit tak, aby uměla vymáchat pytlík čaje v připraveném hrníčku s vodou o požadované teplotě.

Čas: **135 min**

Úroveň: ■■■■■

Vychází z: **5, 6, 7**



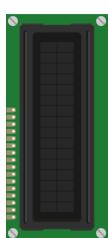
Servo motor



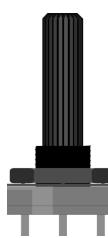
Krokový motor



PS2 Joystick



LCD display



Potenciometr

POUŽITÉ SOUČÁSTKY

PRŮVODCE HODINOU – JOYSTICK I



V této kapitole na sebe úlohy přímo navazují, a proto zejména mezi druhou a třetí hodinou, je-li to možné nerozpojte obvod a ponechte pro další hodinu.



PŘÍPRAVA

Co bude v této hodině potřeba?

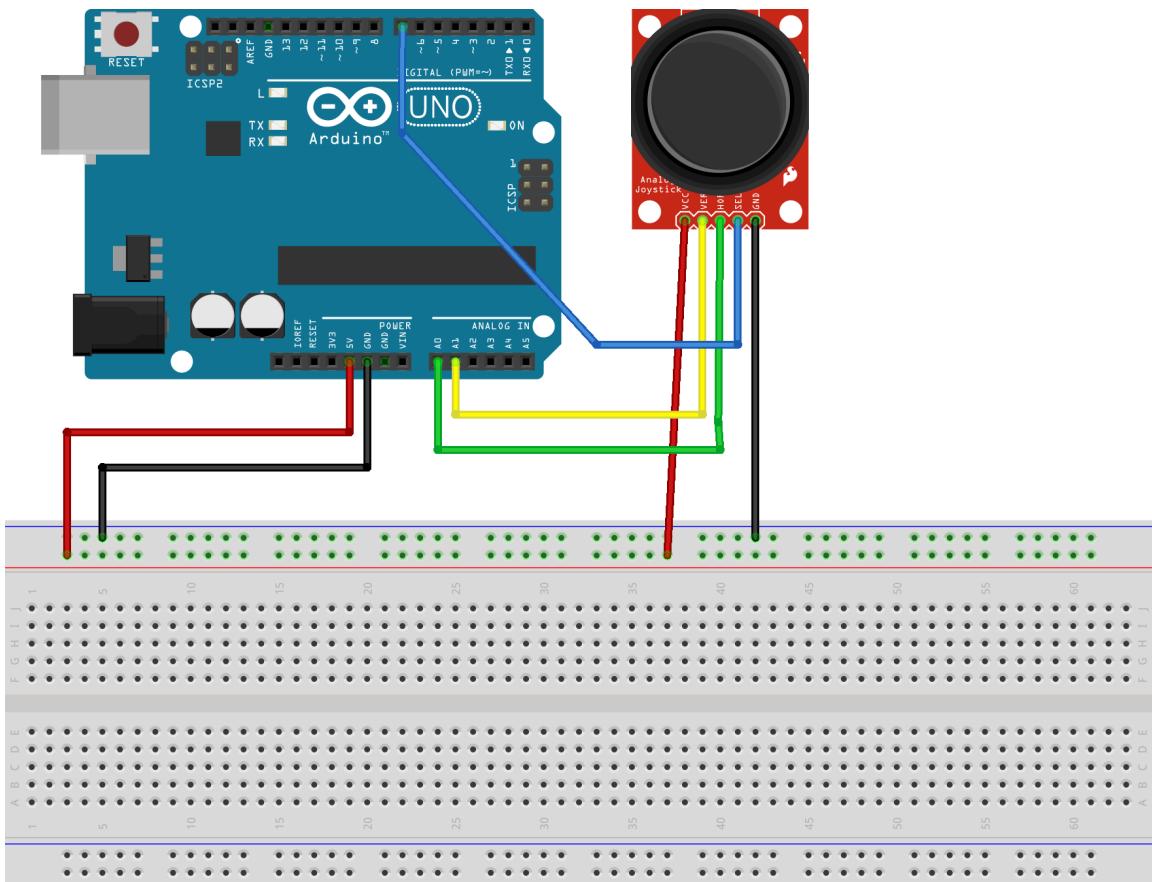
- ① Součásti obvodu – deska Arduino s USB kabelem, kontaktní pole, vodiče, modul joysticku.
- ② Osobní počítač pro studenty s nainstalovaným Arduino IDE.
- ③ Pokud je k dispozici, tak dataprojektor.
- ④ Prezentace k lekci 8.
- ⑤ Pracovní listy pro studenty.

1. KROK ⏳ 10 minut

Na úvod rozdejte studentům sady Arduino. Pohovořte o různých dálkovém ovládání.
Popište si princip joysticku a kde všude se joystick používá.

2. KROK ⏳ 5 minut

Studenti si sestaví jednoduchý obvod s joystickem.



3. KROK 10 minut

Studenti přepíší (nahrají si) následující kód do programu Arduino IDE, přeloží jej a nahrají do Arduina:

```

1 int JoyStick_X = 0; //Xová osa joysticku - analogový pin 0
2 int JoyStick_Y = 1; //Yová osa joysticku - analogový pin 1
3 int JoyStick_Z = 7; //Tlačítko joysticku - pin 7
4 int x,y,z;
5
6 void setup() {
7     Serial.begin(9600);
8     pinMode(JoyStick_Z, INPUT_PULLUP); //Nastavení tlačítka
9 joysticku
10    Serial.println("Test joysticku");
11 }
12
13 void loop() {

```

```
14 |     x=analogRead(JoyStick_X);  
15 |     y=analogRead(JoyStick_Y);  
16 |     z=digitalRead(JoyStick_Z);  
17 |     Serial.print("X = ");  
18 |     Serial.print(x);  
19 |     Serial.print(", Y = ");  
20 |     Serial.print(y);  
21 |     Serial.print(", Z = ");  
22 |     Serial.println(z);  
23 |     delay(500);  
24 | }
```

4. KROK ⏳ 10 minut

Studenti si v Arduino IDE spustí sériový monitor a otestují chování joysticku.

5. KROK – volitelný

Zbyde-li čas nechte studenty připojít LCD panel (zapojení v úloze 3 této kapitoly) a nechte je vypisovat hodnoty joysticku na tento panel.

Alternativně lze tuto úlohu též řešit namísto úlohy 3, zejména pokud nemáte 3D tiskárnu.

PRACOVNÍ LIST - JOYSTICK I

PRVNÍ SEZNÁMENÍ S OVLÁDÁNÍM ARDUINA POMOCÍ JOYSTICKU. V TÉTO ČÁSTI SE SEZNÁMÍTE S JEHO ZAPOJENÍM A FUNKČNOSTÍ.

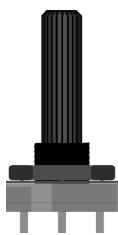
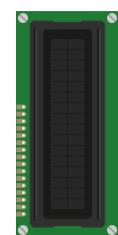
CO SE NAUČÍTE

- ① Princip ovládání joysticku.
- ② Zapojení joysticku.
- ③ Naprogramování prvního programu pro ovládání pomocí joysticku.



CO BUDETE POTŘEBOVAT

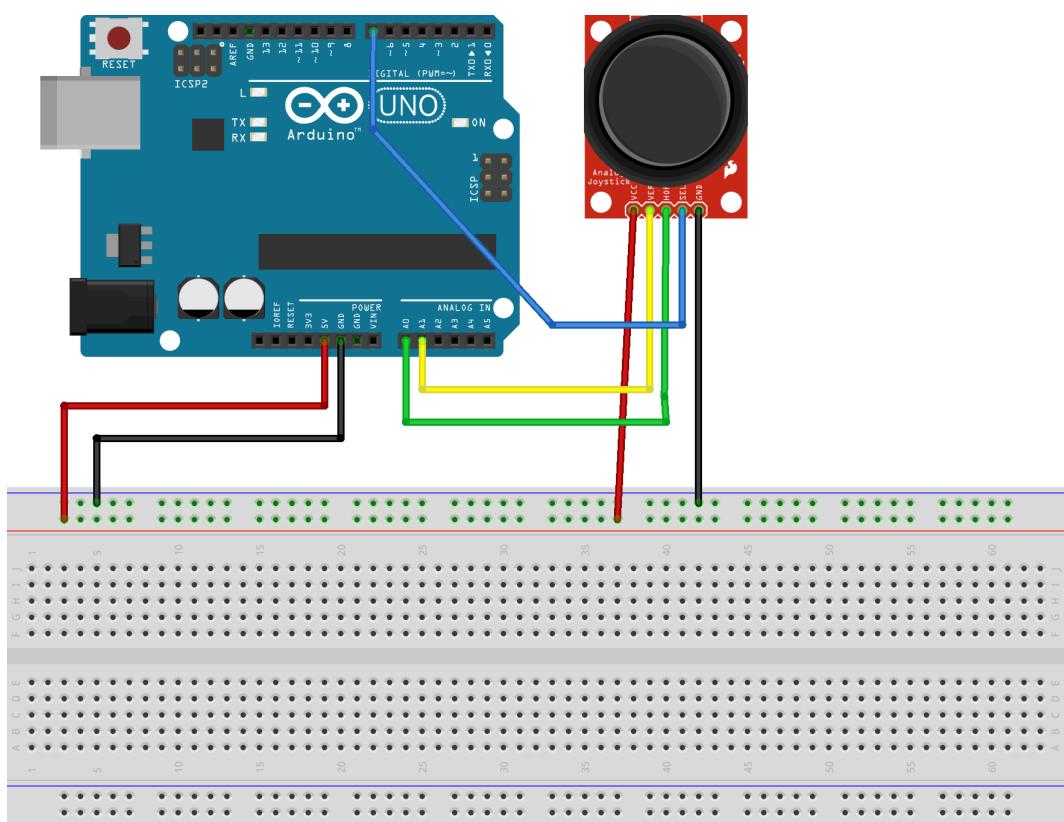
- ① Joystick.
- ② Desku Arduino.
- ③ Kontaktní pole.
- ④ Vodiče typu samec-samec.
- ⑤ Volitelně LCD panel a potenciometr



POUŽITÉ SOUČÁSTKY

A JDĚTE NA TO ...

① Podle schématu zapojte elektronický obvod.



- ② Spusťte program Arduino IDE a napište následující programový kód.

```
1 int JoyStick_X = 0; //Xová osa joysticku - analogový pin 0
2 int JoyStick_Y = 1; //Yová osa joysticku - analogový pin 1
3 int JoyStick_Z = 7; //Tlačítko joysticku - pin 7
4 int x,y,z;
5
6 void setup() {
7     Serial.begin(9600);
8     pinMode(JoyStick_Z, INPUT_PULLUP); //Nastavení tlačítka
9 joysticku
10    Serial.println("Test joysticku");
11 }
12
13 void loop() {
14     x=analogRead(JoyStick_X);
15     y=analogRead(JoyStick_Y);
16     z=digitalRead(JoyStick_Z);
17     Serial.print("X = ");
18     Serial.print(x);
19     Serial.print(", Y = ");
20     Serial.print(y);
21     Serial.print(", Z = ");
22     Serial.println(z);
23     delay(500);
24 }
```

- ③ Přeložte program a nahrajte jej do Arduina.

- ④ Otevřete si v **Arduino IDE Sériový monitor**, kliknutím na ikonu 

- ⑤ Testujte joystick a sledujte odezvu v sériovém monitoru



➔ Nefunguje joystick

Zapojení v desce – zkontrolujte, zda jsou vývody zapojeny do odpovídajících pinů desky Arduino.

Zapojení v joysticku – zkontrolujte, zda jsou vývody zapojeny do odpovídajících pinů joysticku.

➔ Nejde nahrát kód do desky

USB kabel – ujistěte se, že máte desku Arduino připojenou k počítači.

Správný port – ujistěte se, že máte vybraný správný port pro připojení k desce Arduino pomocí USB kabelu.

➔ Nefunguje Sériový monitor

Nezobrazuje se text – Zkontrolujte zapojení USB kabelu, zkontrolujte nastavení správné rychlosti – 9660 baudů.

Zobrazuje se nesmyslný text – Zkontrolujte nastavení správné rychlosti – 9660 baudů.



ÚKOL PRO VÁS

➔ Zkuste zapojit LCD panel a zobrazovat stav joysticku na něm.

➔ Použijte schéma z úlohy 3 této kapitoly.

PRŮVODCE HODINOU – JOYSTICK II



Pro tuto hodinu musíte mít díly vytiskněny na 3D tiskárně. Pokud nemáte 3D tiskárnu nebo ji nechcete používat, vytvořte místo této a příští úlohy, úlohu se zapojením joysticku a LCD displeje.



PŘÍPRAVA

Co bude v této hodině potřeba?

- ① Součásti obvodu – deska Arduino s USB kabelem, kontaktní pole, vodiče typu samec-samec, joystick, Servo, obvod L9110H (ovladač motoru) a DC motor.
- ② Osobní počítač pro studenty s nainstalovaným Arduino IDE.
- ③ Pokud je k dispozici, tak dataprojektor.

1. KROK 5 minut

Na úvod rozdejte studentům sady Arduino. Řekněte, že v této hodině navází na předchozí příklad, který se týkal zapojení a ovládání obvodu s joystickem. Naučí se vzdáleně ovládat servo motor a krokový motor pomocí joysticku.

2. KROK 15 minut

Sestavte obvod dle schématu. Schéma jim promítněte na projektoru a naleznou jej i na pracovních listech.

3. KROK 10 minut

Studenti si zapíší kód do **Arduina IDE** a nahrají si jej do **Arduina**. Kód studentům vhodným způsobem připravte, ať jej nemusí opisovat, ale promítněte jej na projektoru a vysvětlete jej.

4. KROK 15 minut

Pokud studenti vše zvládli, mohou nyní testovat robotickou ruku pomocí joysticku.



ÚKOLY PRO STUDENTY

- ➔ A) Experimentujte s úhly, o které se otáčí servo.
- ➔ B) Experimentujte s rychlosí DC motoru.

PRACOVNÍ LIST – JOYSTICK II

POKRAČOVÁNÍ V SEZNAMOVÁNÍ SE S JOYSTICKEM A JEHO POUŽÍVÁNÍM.
TENTOKRÁT BUDEME POMOCÍ JOYSTICKU OVLÁDAT DVA MOTORKY – DC MOTOR
A SERVO.

CO SE NAUČÍTE

- ① Zopakujete si, zapojení joysticku a jeho použití.
- ② Zopakujete si zapojení DC motoru a serva.
- ③ Vytvoření programu pro vzdálené ovládání DC motoru
a serva pomocí joysticku.
- ④ Vytvořené zapojení si otestujete.

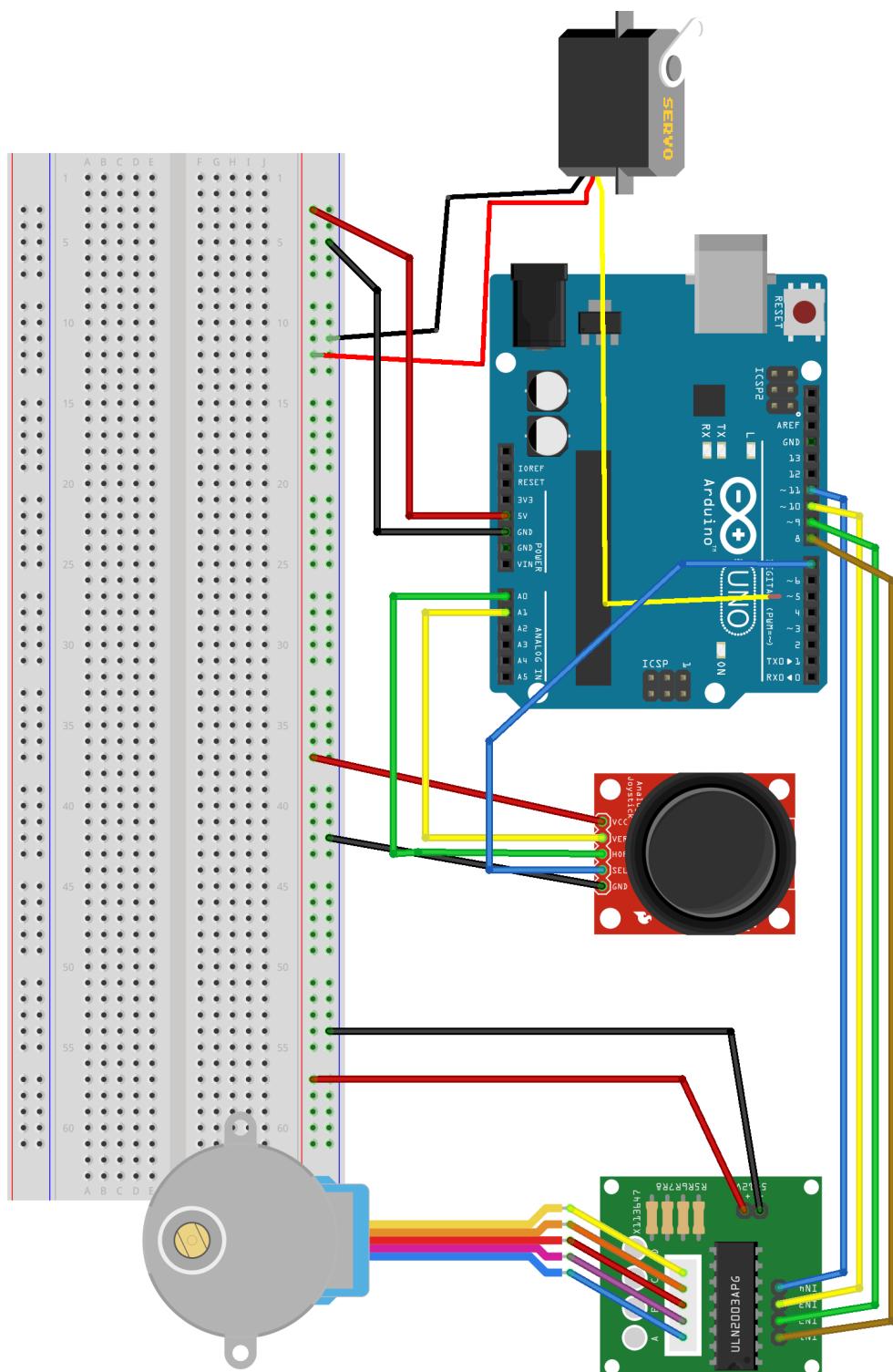


CO BUDETE POTŘEBOVAT

- ① Deska Arduino s USB kabelem.
- ② Kontaktní pole.
- ③ Vodiče typu samec-samec.
- ④ Joystick.
- ⑤ Servo.
- ⑥ DC motor.

A JDĚTE NA TO ...

- ① Podle schématu zapojte elektronický obvod.



② Spusťte program Arduino IDE a napište následující programový kód.

```
1 #include <Servo.h>
2
3 Servo myservo;//Vytvoření objektu pro řízení krokového motoru
4 int poloha; //Svislá poloha ruky
5
6 // Piny pro krokový motor
7 const int in1 = 8;
8 const int in2 = 9;
9 const int in3 = 10;
10 const int in4 = 11;
11 // proměnná pro nastavení rychlosti,
12 // se zvětšujícím se číslem se rychlosť zmenšuje
13 int rychlosť = 8;
14
15 //Joystick
16 int JoyStick_X = 0; //Xová osa joysticku - analogový pin 0
17 int JoyStick_Y = 1; //Yová osa joysticku - analogový pin 1
18 int JoyStick_Z = 7; //Tlačítko joysticku - pin 7
19 int x,y,z;
20
21 void setup() {
22     myservo.attach(6);//Servo motor je na pinu 6
23     myservo.write(0);//Ruka do výchozí polohy
24     poloha = 0; //Pamatuj si tuto polohu
25     // inicializace digitálních výstupů pro krokový motor
26     pinMode(in1, OUTPUT);
27     pinMode(in2, OUTPUT);
28     pinMode(in3, OUTPUT);
29     pinMode(in4, OUTPUT);
30     //inicjalizace Joysticku
31     pinMode(JoyStick_Z, INPUT_PULLUP); //Nastavení tlačítka
32 joysticku
33 }
34
35 void loop() {
36     pohyb();
37     while(1);
38 }
39
40 void rotacePoSmeru(int uhel) {
41     for(int i=0;i<(uhel*64/45);i++){
```

```
42     krok(1,0,0,0);
43     krok(1,1,0,0);
44     krok(0,1,0,0);
45     krok(0,1,1,0);
46     krok(0,0,1,0);
47     krok(0,0,1,1);
48     krok(0,0,0,1);
49     krok(1,0,0,1);}
50 }
51
52 void rotaceProtismeru(int uhel) {
53     for(int i=0;i<(uhel*64/45);i++){
54         krok(1,0,0,1);
55         krok(0,0,0,1);
56         krok(0,0,1,1);
57         krok(0,0,1,0);
58         krok(0,1,1,0);
59         krok(0,1,0,0);
60         krok(1,1,0,0);
61         krok(1,0,0,0);}
62 }
63
64 void krok(int a, int b, int c, int d){
65     digitalWrite(in1, a);
66     digitalWrite(in2, b);
67     digitalWrite(in3, c);
68     digitalWrite(in4, d);
69     delay(rychlost);
70 }
71
72 void pohyb(){
73     int x,y,z;
74     z=1;
75     while (z) {
76         x=analogRead(JoyStick_X);
77         y=analogRead(JoyStick_Y);
78         z=digitalRead(JoyStick_Z);
79         if (x>550) { //doprava
80             rotacePoSmeru(5);
81         }
82         else if (x<480){ //doleva
83             rotaceProtismeru(5);
84         }
85         else if (y<480){ //dolu
86             if (poloha>=5) {
87                 poloha=poloha-5;
88                 myservo.write(poloha);
89                 delay(1000);
```

```
90     }
91   }
92   else if (y>550){ //nahoru
93     if (poloha<=170) {
94       poloha=poloha+5;
95       myservo.write(poloha);
96       delay(1000) ;
97     }
98   }
99 }
100 delay(100);
101 }
```

- ③ Program odladěte a nahrajte do Arduina.
- ④ Nyní vezměte váš joystick a vyzkoušejte program.
- ⑤ Pokud vše funguje, tak výborně. Můžete se vrhnout na samostatné úkoly.

RYCHLÝ TIP

→ Pokud budete řešit i následující úkol, ponechte si vše zapojené.



ÚKOL PRO VÁS

→ Experimentujte se změnou různých parametrů. S úhly o které se otáčí servo a rychlostí DC motoru.



VOLITELNÝ ÚKOL

→ Máte-li vytištěné díly pro stavbu robotické ruky, můžete jí nyní sestrojit a zkusit rozpohybovat.

PRŮVODCE HODINOU – JOYSTICK III



PŘÍPRAVA

Co bude v této hodině navíc proti minule potřeba?

- ① LCD displej
- ② Potenciometr.
- ③ Libovolný šálek či hrníček, tak do 8 cm výšky a 8 cm průměru.
- ④ Pokud chcete opravdu vařit čaj, je třeba rychlovárná konvice a sáčky čaje.

1. KROK 15 minut

Sestavte obvod včetně robotické ruky.

2. KROK 15 minut

Nahrajte kód do Arduina. Vzhledem k rozsáhlosti tohoto kódu nelze doporučit jeho opisování z tabule ani z pracovních listů, proto kód studentům připravte ke stažení. Prodiskujte s nimi změny oproti minulému případu.

3. KROK 15 minut

Vyzkoušejte si ovládání systému nejprve s prázdným hrnkem a pokud vše půjde dobře zkuste si uvařit skutečně čaj.

PRACOVNÍ LIST – JOYSTICK III

POKRAČOVÁNÍ V SEZNAMOVÁNÍ SE S JOYSTICKEM A JEHO POUŽÍVÁNÍM.
TENTOKRÁT SESTROJÍME ROBOTICKOU RUKU PRO MÍCHÁNÍ PYTLÍKU S ČAJEM

CO SE NAUČÍTE

- ① Zopakujete si, zapojení LCD panelu.
- ② Vyzkoušíte si práci s jednoduchou robotickou rukou



CO BUDETE POTŘEBOVAT

Oproti minulé hodině budeme navíc potřebovat

- ① LCD displej
- ② Potenciometr

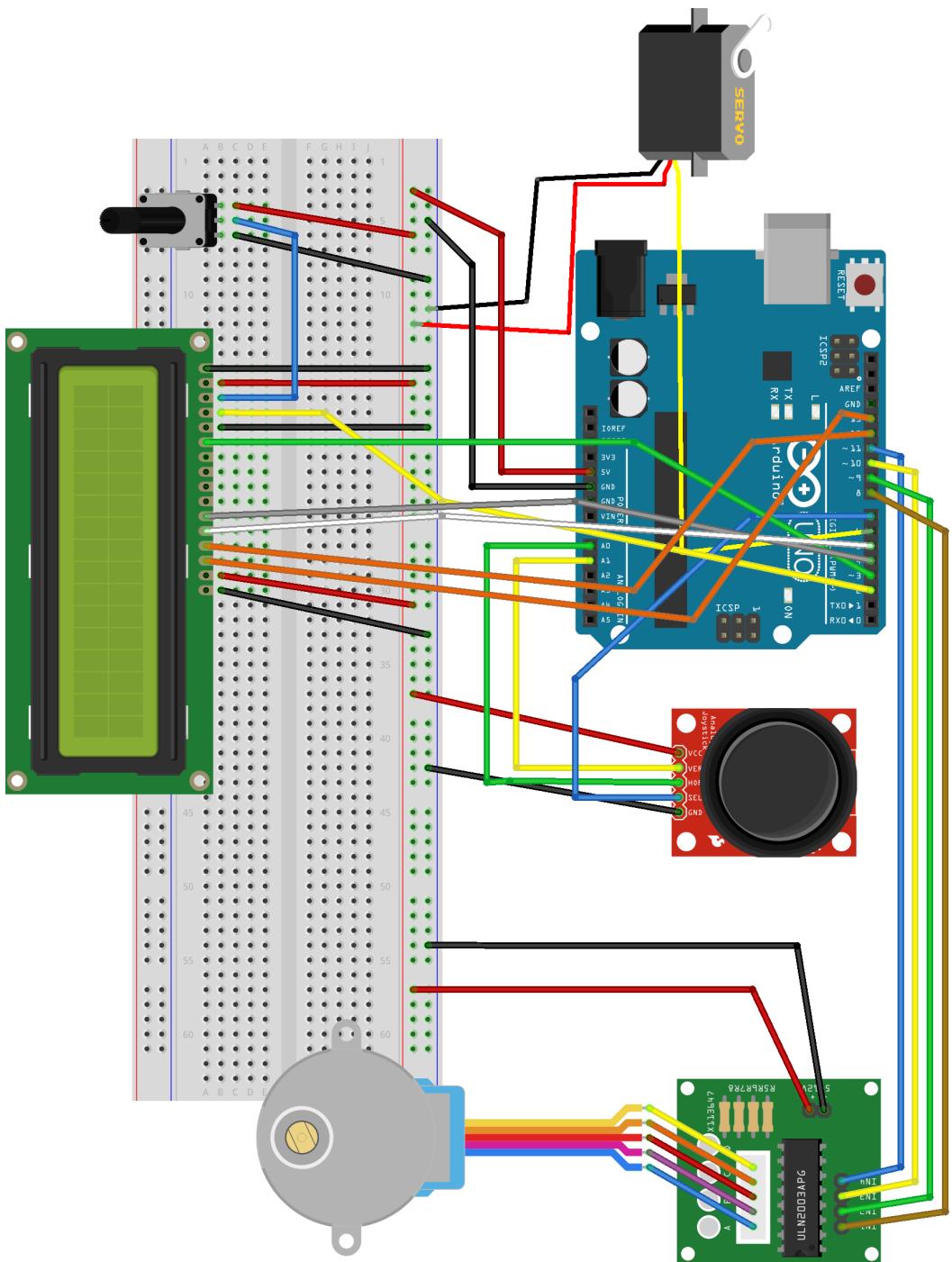


A JDĚTE NA TO ...

- ① Pokud ještě nemáte, sestavte robotickou ruku, dle fotografie.



② Podle schématu zapojte elektronický obvod.



③ Spusťte program Arduino IDE a napište následující programový kód.

```
1 #include <LiquidCrystal.h>
2
3 #include <Servo.h>
4
5 Servo myservo; //Vytvoření objektu pro řízení krokového motoru
6
7 int poloha; //Svislá poloha ruky
8
9 // Piny pro krokový motor
10 const int in1 = 8;
11 const int in2 = 9;
12 const int in3 = 10;
13 const int in4 = 11;
14
15 // Proměnná pro nastavení rychlosti,
16 // se zvětšujícím se číslem se rychlosť zmenšuje
17 int rychlosť = 8;
18 int uhel1;
19 int x,y,z;
20 int i,j;
21
22 //Joystick
23 int JoyStick_X = 0; //Xová osa joysticku - analogový pin 0
24 int JoyStick_Y = 1; //Yová osa joysticku - analogový pin 1
25 int JoyStick_Z = 7; //Tlačítko joysticku - pin 7
26
27 // Piny pro připojení displeje
28 LiquidCrystal lcd(2, 3, 4, 5, 12, 13);
29
30 int minut; //Počet minut pro máchání čaje
31
32 void setup() {
33     myservo.attach(6); //Servo motor je na pinu 6
34     myservo.write(0); //Ruka do výchozí polohy
35     poloha = 0; //Pamatuj si tuto polohu
36     // inicializace digitálních výstupů pro krokový motor
37     pinMode(in1, OUTPUT);
38     pinMode(in2, OUTPUT);
39     pinMode(in3, OUTPUT);
40     pinMode(in4, OUTPUT);
41     //inicjalizace Joysticku
42 }
```

```
43     pinMode(JoyStick_Z, INPUT_PULLUP); //Nastavení tlačítka
44 joysticku
45     lcd.begin(16, 2); // Počet sloupců a řádek LCD displeje
46
47 }
48
49 void loop() {
50     //main program
51     lcd.clear();
52     lcd.print("Pouzij joystick");
53     lcd.setCursor(0,2);
54     lcd.print("pro nastavení");
55     pocatecni_nastaveni(); //Nastavení polohy ruky "nad hrnek"
56     lcd.clear(); //Nastavení polohy pro připevnění pytlíku
57     myservo.write(poloha+15);
58     delay(1000);
59     rotaceProtismeru(90);
60     delay(1000);
61     lcd.print("Ruka pripravena");
62     lcd.setCursor(0,2);
63     lcd.print("připevni čaj a potvrď"); //Potvrdit stiskem
64 joysticku
65     delay(1000);
66     z=1;
67     while (z) {
68         x=analogRead(JoyStick_X);
69         y=analogRead(JoyStick_Y);
70         z=digitalRead(JoyStick_Z);
71         delay(100);
72     }
73     delay(1000);
74     minut=pocetMinut(); //Nastavení počtu minut pro máchání
75     delay(1000);
76     rotacePoSmeru(90); //Najedeme nad čaj
77     delay(1000);
78     myservo.write(poloha-5); //Máchání čaje
79     for (i=minut;i;i--)
80     {
81         lcd.clear();
82         lcd.print("Zbyva:");
83         lcd.setCursor(0,1);
84         lcd.print(i);
85         lcd.print(" minut");
86         for (j=1;j<10;j++){
87             myservo.write(poloha-7);
88             delay(3000);
89             myservo.write(poloha+7);
90             delay(3000);
```

```
91      }
92    }
93    lcd.clear(); //Konec máchání
94    lcd.print("Hotovo");
95    myservo.write(poloha+20);
96    delay(10000);
97    rotacePoSmeru(90); //Odjezd doprava
98    myservo.write(15);
99    while(1) {} //Nekonečná smyčka
100  }
101 // zde následují funkce pro volání jednotlivých
102 // kroků pro otočení po či proti směru hodinových
103 // ručiček
104 void rotacePoSmeru(int uhel) {
105   for(int i=0;i<(uhel*64/45);i++){
106     krok(1,0,0,0);
107     krok(1,1,0,0);
108     krok(0,1,0,0);
109     krok(0,1,1,0);
110     krok(0,0,1,0);
111     krok(0,0,1,1);
112     krok(0,0,0,1);
113     krok(1,0,0,1);}
114 }
115 void rotaceProtiSmeru(int uhel) {
116   for(int i=0;i<(uhel*64/45);i++){
117     krok(1,0,0,1);
118     krok(0,0,0,1);
119     krok(0,0,1,1);
120     krok(0,0,1,0);
121     krok(0,1,1,0);
122     krok(0,1,0,0);
123     krok(1,1,0,0);
124     krok(1,0,0,0);}
125 }
126 // každý krok obsahuje výrobcem dané pořadí
127 // pro správné spínání motoru a následnou
128 // pauzu, kterou určujeme rychlosť otáčení
129 void krok(int a, int b, int c, int d){
130   digitalWrite(in1, a);
131   digitalWrite(in2, b);
132   digitalWrite(in3, c);
133   digitalWrite(in4, d);
134   delay(rychlosť);
135 }
136 void pocatecni_nastaveni(){
137   int x,y,z;
138   z=1;
```

```

140 while (z) {
141     x=analogRead(JoyStick_X);
142     y=analogRead(JoyStick_Y);
143     z=digitalRead(JoyStick_Z);
144     if (x>550) { //doprava
145         rotacePoSmeru(5);
146     }
147     else if (x<480){ //doleva
148         rotaceProtiSmeru(5);
149     }
150     else if (y<480){ //dolu
151         if (poloha>=5) {
152             poloha=poloha-5;
153             myservo.write(poloha);
154             delay(1000);
155         }
156     }
157     else if (y>550){ //nahoru
158         if (poloha<=170) {
159             poloha=poloha+5;
160             myservo.write(poloha);
161             delay(1000);
162         }
163     }
164 }
165 delay(100);
166 }
167 int pocetMinut(){
168     int m=2;
169     int x, y, z;
170     z=1;
171     lcd.setCursor(0,0);
172     lcd.print("Maximum 9 minut");
173     lcd.setCursor(0,1);
174     lcd.print("Louhovat: ");
175     lcd.print(m);
176     lcd.print(" min");
177     while (z) {
178         x=analogRead(JoyStick_X);
179         y=analogRead(JoyStick_Y);
180         z=digitalRead(JoyStick_Z);
181         if (y>550){ //dolu
182             if (m) {
183                 m=m-1;}
184             lcd.setCursor(10,1);
185             lcd.print(m);
186             }
187         if (y<480){ //nahoru

```

```
188     if (m<9) {  
189         m=m+1;}  
190         lcd.setCursor(10,1);  
191         lcd.print(m);  
192     }  
193     delay(300);  
194 }  
195 return m;  
196 }  
197 }
```

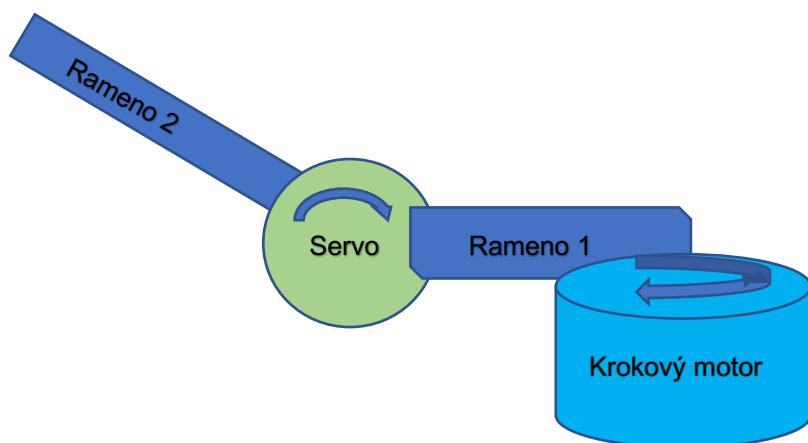
- ④ Program odladěte a nahrajte do Arduina.
- ⑤ Nyní zkuste nasimulovat vymáčkání pytlíku v čaji a až si budete jistí, můžete si opravdu zkusí uvařit čaj. Postupujte dle následujícího návodu.

PRÁCE S ROBOTICKOU RUKOU

- ① Po spuštění programu je třeba jako první věc nastavit robotickou ruku nad hrnek. Doporučuji nastavovat na prázdný hrnek. Ruku nastavte trochu napravo od středu hrnku a částečně jí ponořte pod horní okraj (cca. 1 cm). Potvrďte stiskem joysticku.
- ② Ruka si nyní najede vlevo od hrnku na pozici, na které můžete připevnit pytlík s čajem. Snažte se při tom nepohybovat s rukou. Pokud se vám to nepodaří, připevněte pytlík, stiskněte reset Arduinu a vraťte se na krok jedna. Alternativně začínejte rovnou s připevněným pytlíkem.
- ③ Připravte si talířek nebo nějakou podložku, nad kterou ruka donese vylouhovaný pytlík. Umístěte jí na pozici asi 90° napravo od hrnku.
- ④ Nastavte počet minut, po které se má čaj louhovat, nalejte do hrnku vodu s požadovanou teplotou a potvrďte joystickem.
- ⑤ Robotická ruka provede vymáčkání čaje a po nastavené době odnese pytlík napravo od hrnku nad připravenou podložku.
- ⑥ Tímto celý cyklus končí, pro jeho opakování je nutné stisknout reset na Arduinu.

PODROBNÝ PRŮVODCE TEORIÍ

Robotická ruka, též zvaná **manipulátor**, patří mezi takzvané **sériové roboty** neboli řetězce. To jsou druhy robotů, charakteristické pravidelným střídáním pevných částí (zvaných **linky** nebo ramena) s pohyblivými částmi (zvanými **klouby**). Tyto klouby mohou být sférické, cylindrické nebo posuvné. V našem případě použijeme dva cylindrické (rotační) klouby sestavené za pomoci krokového motorku a serva známých z předchozích příkladů. Schéma viz následující obrázek.



Díly pro tuto robotickou ruku jsou vytiskněny na 3D tiskárně a je možné si je stáhnout z WWW stránek. Jsou velmi jednoduché a jejich sestavení je patrné z přiložených obrázků. Předpokládám, že 3D tiskárnu již má většina škol k dispozici. V případě nouze, lze ramena sestavit např. z několika spojených kusů lepenkového papíru. S takovou rukou však řešte pouze první dvě úlohy. Pokud chcete řešit i závěrečnou úlohu této kapitoly – máchání čaje pomocí robotické ruky, pak je zakončení ruky nutné udělat z nějakého vodě (čaji) odolného materiálu anebo ruku testujte pouze „nasucho“ – bez vody.

Počet kloubů u robotické ruky u ní určuje takzvaný stupeň volnosti. Tato ruka má tedy dva stupně volnosti. Pokud byste někdy chtěli sestrojit robotickou ruku, tak aby dokázala to, co umí ruka lidská potřebujete 6 stupňů volnosti. Průmyslově vyráběné a používané robotické ruce – manipulátory mají obvykle 5 až 7 stupňů volnosti.

JOYSTICK

Zvaný též pákový nebo křížový ovladač. Je vstupní zařízení, které se sestává z páky připevněné na základně, která se dokáže pohybovat ve směru x a y, přičemž je snímán úhel a velikost vychýlení. Obvykle je rovněž vybaven jedním nebo více tlačítka, u kterých snímáno stlačení.

Joystick se používá pro hraní videoher, ale rovněž pro ovládání letadel, automobilů, robotických rukou atd.

Joystick obsažený ve vaší stavebnici má jedno tlačítko na vrcholu „kloboučku“. Pro připojení potřebuje pět vodičů. Dva jsou napájení. Jeden slouží jako indikace stlačení tlačítka a připojuje se na digitální vstup. Je nastaven tak, že implicitně proud prochází a při sepnutí nikoliv. Další dva vodiče se připojují na analogové vstupy a poskytují informaci o pohybu joysticku ve směru os x a y jako číslo v intervalu 0 až 1023. 512 znamená, že joystick je uprostřed a obě hraniční čísla pak znamenají maximální vychýlení. V následujícím příkladu se s joystickem blíže seznámíme.

POZNÁMKA

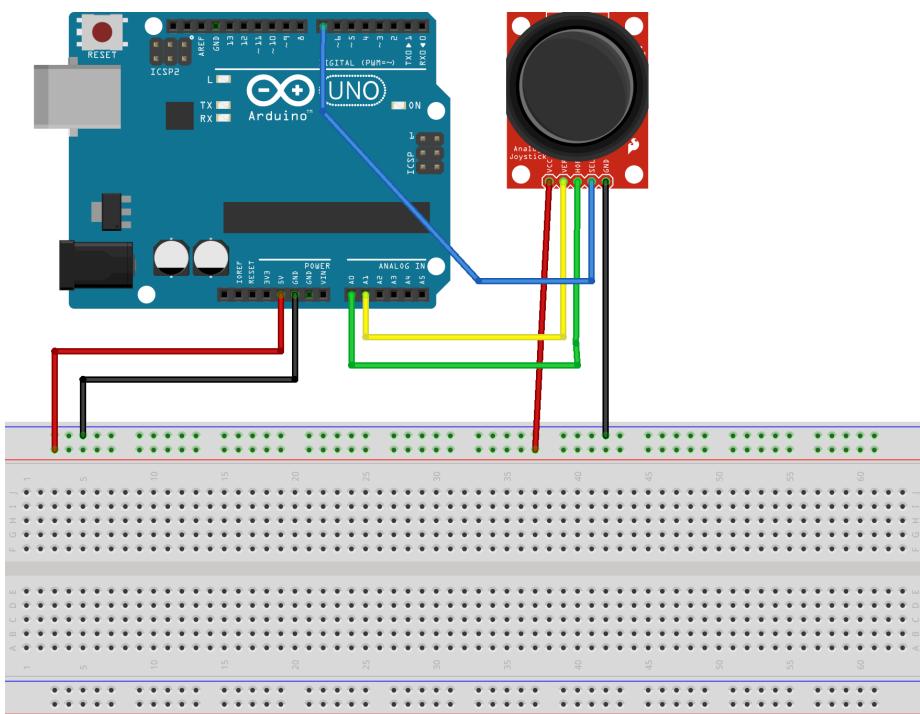
Následující úkoly na sebe navazují, a proto po vyřešení prvního úkolu není nutné obvod rozpojovat, ale naopak postupně k němu budete přidávat další součástky. Stejně tak i program je koncipován od jednoduššího ke složitějšímu.

ÚKOL 1

Zapojte joystick a monitorujte jeho stavu pomocí sériové komunikace.

ZAPOJENÍ OBVODU

Sestavte obvod dle následujícího obrázku:



PROGRAMOVÝ KÓD

```
1 int JoyStick_X = 0; //Xová osa joysticku - analogový pin 0
2 int JoyStick_Y = 1; //Yová osa joysticku - analogový pin 1
3 int JoyStick_Z = 7; //Tlačítko joysticku - pin 7
4 int x,y,z;
5
6 void setup() {
7     Serial.begin(9600);
8     pinMode(JoyStick_Z, INPUT_PULLUP); //Nastavení tlačítka
9 joysticku
10    Serial.println("Test joysticku");
11 }
12
13 void loop() {
14     x=analogRead(JoyStick_X);
15     y=analogRead(JoyStick_Y);
16     z=digitalRead(JoyStick_Z);
17     Serial.print("X = ");
18     Serial.print(x);
19     Serial.print(", Y = ");
20     Serial.print(y);
21     Serial.print(", Z = ");
22     Serial.println(z);
23     delay(500);
24 }
```

①

②

③

- ① Nastavení připojení joysticku. Vodiče pro pohyb ve směru X a Y jsou připojeny na analogové piny na portech A0 a A1. Vodič pro osu Z (tlačítko joysticku) na pin 7 (digitální). Proměnné x, y a z jsou jejich instance v programu.
- ② Úvodní nastavení. Nastavení tlačítka joysticku a příprava sériového portu.
- ③ Hlavní program s cyklickým opakováním. Načtení hodnot z joysticku a jejich výpis na sériový port. Aby se výpis neopakoval příliš často, čeká se před následujícím načtením půl vteřiny

Program přeložte a nahrajte do Arduina. V programu Arduino si otevřete Sériový monitor. Pohybujte joystickem a sledujte, jak se při tom mění výpis.



➔ Nefunguje joystick

Zapojení v desce – zkontrolujte, zda jsou vývody zapojeny do odpovídajících pinů desky Arduino.

Zapojení v joysticku – zkontrolujte, zda jsou vývody zapojeny do odpovídajících pinů joysticku.

➔ Nejde nahrát kód do desky

USB kabel – ujistěte se, že máte desku Arduino připojenou k počítači.

Správný port – ujistěte se, že máte vybraný správný port pro připojení k desce Arduino pomocí USB kabelu.

➔ Nefunguje Sériový monitor

Nezobrazuje se text – Zkontrolujte zapojení USB kabelu, zkontrolujte nastavení správné rychlosti – 9660 baudů.

Zobrazuje se nesmyslný text – Zkontrolujte nastavení správné rychlosti – 9660 baudů.



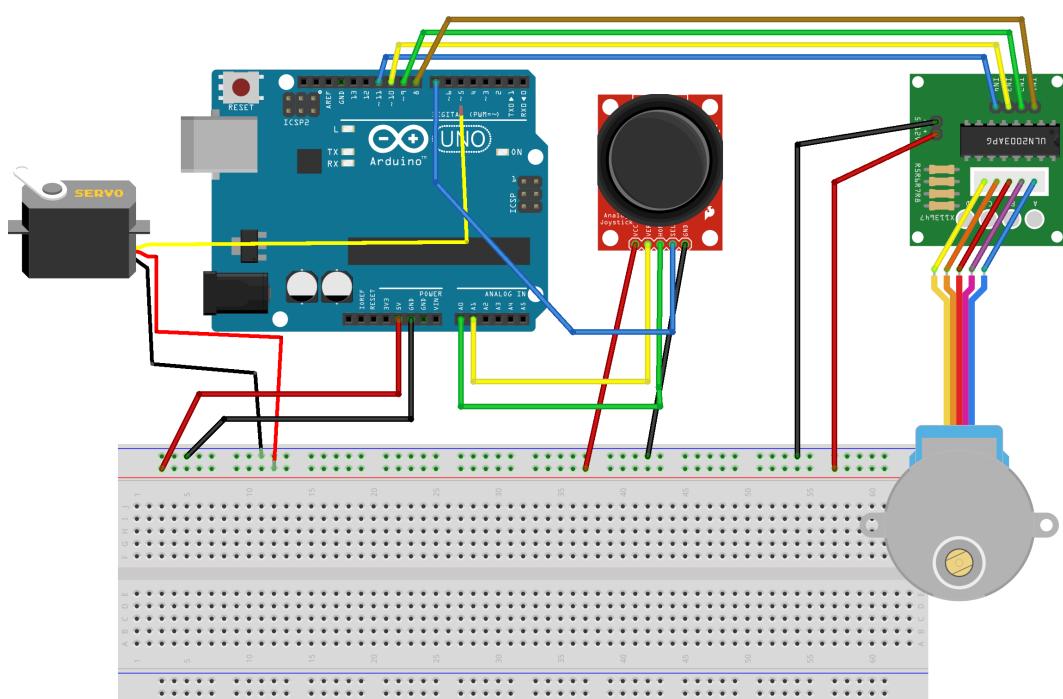
Zkuste úlohu řešit tak, že si místo sériového monitoru zapojíte LCD displej a pohyby joysticku si budete zobrazovat na něm. Můžete využít schéma zapojení a zdrojový kód z Úlohy 3 v této kapitole.

ÚKOL 2

Sestrojte robotickou ruku ovládanou pomocí joysticku. Součástky na výrobu ruky vytiskněte na 3D tiskárně.

ZAPOJENÍ OBVODU

Sestavte ze součástek robotickou ruku dle fotografie. Obvod zapojte dle následujícího schématu. K joysticku přibydou dva motorky. Krokový motor se zapojuje pomocí ovladače.



PROGRAMOVÝ KÓD

```
1 #include <Servo.h>
2
3 Servo myservo;//Vytvoření objektu pro řízení krokového
4 motoru
5 int poloha; //Svislá poloha ruky
6
7 // Piny pro krokový motor
8 const int in1 = 8;
9 const int in2 = 9;
10 const int in3 = 10;
11 const int in4 = 11;
12 // proměnná pro nastavení rychlosti,
13 // se zvětšujícím se číslem se rychlosť zmenšuje
14 int rychlosť = 8;
15
16
17 //Joystick
18 int JoyStick_X = 0; //Xová osa - analogový pin 0
19 int JoyStick_Y = 1; //Yová osa - analogový pin 1
20 int JoyStick_Z = 7; //Tlačítko - pin 7
21 int x,y,z;
22
23
24
25 void setup() {
26     myservo.attach(6);//Servo motor je na pinu 6
27     myservo.write(0);//Ruka do výchozí polohy
28     poloha = 0; //Pamatuj si tuto polohu
29     // inicializace digitálních výstupů pro krokový motor
30     pinMode(in1, OUTPUT);
31     pinMode(in2, OUTPUT);
32     pinMode(in3, OUTPUT);
33     pinMode(in4, OUTPUT);
34     //inicjalizace Joysticku
35     pinMode(JoyStick_Z, INPUT_PULLUP); //Nastavení tlačítka
36 joysticku
37 }
38
39 void loop() {
40     pohyb();
41     while(1);
42 }
43
44
45
46
```

The code is annotated with five callout numbers on the right side:

- ① Lines 3-5: Declaration of servo object and hand position variable.
- ② Lines 12-14: Variable declarations for speed and initial speed value.
- ③ Lines 18-21: Variable declarations for joystick axes and button.
- ④ Lines 26-35: Setup function block.
- ⑤ Lines 39-42: Loop function block.

```

47 void rotacePoSmeru(int uhel) {
48     for(int i=0;i<(uhel*64/45);i++){
49         krok(1,0,0,0);
50         krok(1,1,0,0);
51         krok(0,1,0,0);
52         krok(0,1,1,0);
53         krok(0,0,1,0);
54         krok(0,0,1,1);
55         krok(0,0,0,1);
56         krok(1,0,0,1);
57     }
58     void rotaceProtismeru(int uhel) {
59         for(int i=0;i<(uhel*64/45);i++){
60             krok(1,0,0,1);
61             krok(0,0,0,1);
62             krok(0,0,1,1);
63             krok(0,0,1,0);
64             krok(0,1,1,0);
65             krok(0,1,0,0);
66             krok(1,1,0,0);
67             krok(1,0,0,0);
68     }
69
70     void krok(int a, int b, int c, int d){
71         digitalWrite(in1, a);
72         digitalWrite(in2, b);
73         digitalWrite(in3, c);
74         digitalWrite(in4, d);
75         delay(rychlost);
76     }
77
78     void pohyb(){
79         int x,y,z;
80         z=1;
81         while (z) {
82             x=analogRead(JoyStick_X);
83             y=analogRead(JoyStick_Y);
84             z=digitalRead(JoyStick_Z);
85             if (x>550) { //doprava
86                 rotacePoSmeru(5);
87             }
88             else if (x<480){ //doleva
89                 rotaceProtismeru(5);
90             }
91             else if (y<480){ //dolu
92                 if (poloha>=5) {
93                     poloha=poloha-5;

```

⑥

⑦

```

94         myservo.write(poloха);
95         delay(1000);
96     }
97 }
98 else if (y>550){ //nahoru
99     if (polоха<=170) {
100         polоха=polоха+5;
101         myservo.write(poloха);
102         delay(1000) ;
103     }
104 }
105 }
106 delay(100);
107 }

```

⑦

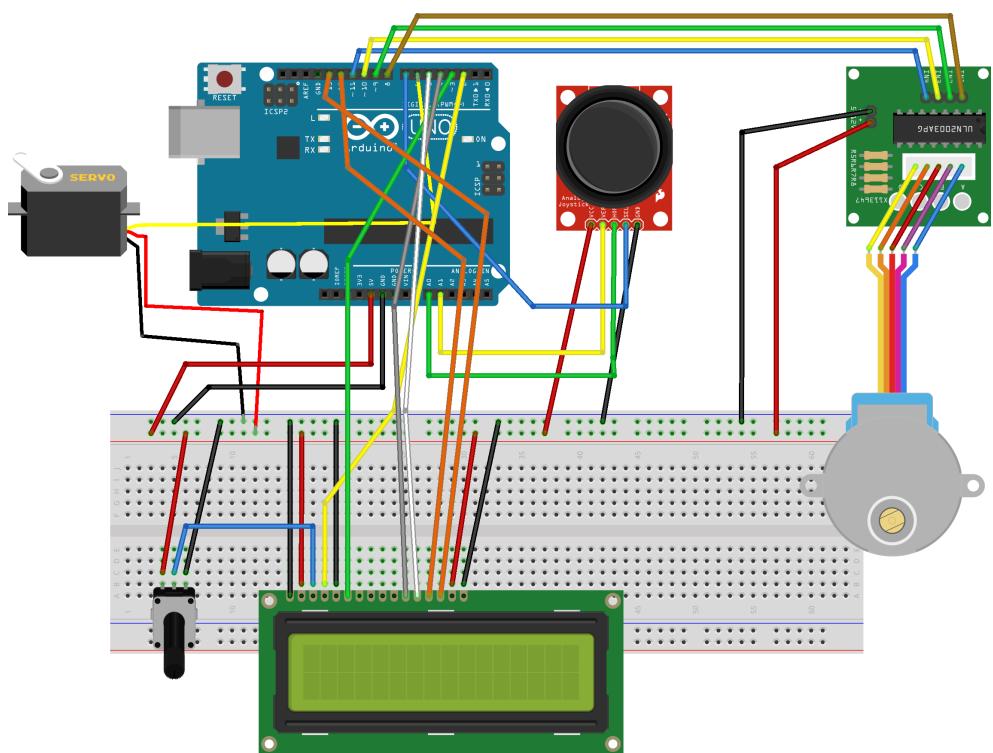
- ④ Nastavení servo motoru (svislý pohyb). Proměnná poloха slouží k zapamatování aktuální svislé polohy ruky.
- ⑤ Nastavení krokového motoru (vodorovný pohyb). Proměnná rychlosť slouží pro nastavení pauzy mezi jednotlivými pohyby motoru.
- ⑥ Nastavení pinů joysticku (viz předchozí příklad).
- ⑦ Inicializace potřebných proměnných a knihoven.
- ⑧ Hlavní program. Nedělá nic jiného, než spustí proceduru pohyb, která se stará o pohyb ruky, dle pohybu joysticku. Konstrukce while(1) je nekonečná smyčka ve které skončí program po stisku tlačítka joysticku. Pro opětovné spuštění je nutné stisknout tlačítko reset na Arduinu.
- ⑨ Funkce řídící pohyb krokového motorku. Tyto funkce jsou opsané z manuálu výrobce motorku (dle manuálu k stavebnici, kterou máte k dispozici). Máte-li jiný motorek, než ten ze stavebnice je možné (ale nepravděpodobné), že bude tyto funkce nutné přepsat dle manuálu vašeho motorku.
- ⑩ Hlavní funkce. Načítá pohyb joysticku do proměnných x a y a hlídá stisk tlačítka (proměnná z). Dle těchto hodnot pak řídí pohyb ruky pomocí obou motorků. Funkce končí stiskem tlačítka (v z je po stisku 0).

ÚKOL 3

Sestrojte robotickou ruku pro máchání čaje, ovládanou pomocí joysticku. Tato ruka by měla umět připevněný čajový pytlík máchat předem danou dobou v hrnečku a pak jej přesunout mimo hrneček.

ZAPOJENÍ OBVODU

Upravte zapojení z předchozího příkladu. Doplňte LCD panel, na který se budou zobrazovat informace a stavy ruky. Zkontrolujte opravdu pečlivě jeho zapojení vzhledem k velkému počtu vodičů.



FOTOGRAFIE RUKY

Včetně dílů z 3D tiskárny



PROGRAMOVÝ KÓD

Následující kód vychází z předchozího příkladu a popsány proto budou pouze odlišnosti.

```
1 #include <LiquidCrystal.h> ①
2
3 #include <Servo.h>
4
5 Servo myservo; //Vytvoření objektu pro řízení krokového
6 motoru
7
8 int poloha; //Svislá poloha ruky
9
10 // Piny pro krokový motor
11 const int in1 = 8;
12 const int in2 = 9;
13 const int in3 = 10;
14 const int in4 = 11;
15
16 // Proměnná pro nastavení rychlosti,
17 // se zvětšujícím se číslem se rychlosť zmenšuje
18 int rychlosť = 8;
19 int uhel1;
20 int x,y,z;
21 int i,j;
22
23 //Joystick
24 int JoyStick_X = 0; //Xová osa joysticku - analogový pin 0
25 int JoyStick_Y = 1; //Yová osa joysticku - analogový pin 1
26 int JoyStick_Z = 7; //Tlačítko joysticku - pin 7
27
28 // Piny pro připojení displeje
29 LiquidCrystal lcd(2, 3, 4, 5, 12, 13); ①
30
31 int minut; //Počet minut pro máchání čaje
32
33 void setup() {
34     myservo.attach(6); //Servo motor je na pinu 6
35     myservo.write(0); //Ruka do výchozí polohy
36     poloha = 0; //Pamatuj si tuto polohu
37     // inicializace digitálních výstupů pro krokový motor
38     pinMode(in1, OUTPUT);
39     pinMode(in2, OUTPUT);
40     pinMode(in3, OUTPUT);
41     pinMode(in4, OUTPUT);
42     //inicIALIZACE Joysticku
43 }
```

```
44     pinMode(JoyStick_Z, INPUT_PULLUP); //Nastavení tlačítka  
45     joysticku  
46     lcd.begin(16, 2); // Počet sloupců a řádek LCD displeje  
47  
48 }  
49  
50 void loop() {  
51     //main program  
52     lcd.clear();  
53     lcd.print("Pouzij joystick");  
54     lcd.setCursor(0,2);  
55     lcd.print("pro nastavení");  
56     pocatecni_nastaveni(); //Nastavení polohy ruky "nad  
57     hrnek"  
58     lcd.clear(); //Nastavení polohy pro připevnění pytlíku  
59     myservo.write(poloha+15);  
60     delay(1000);  
61     rotaceProtismeru(90);  
62     delay(1000);  
63     lcd.print("Ruka pripravena");  
64     lcd.setCursor(0,2);  
65     lcd.print("pripevni caj a potvrd"); //Potvrdit stiskem  
66     joysticku  
67     delay(1000);  
68     z=1;  
69     while (z) {  
70         x=analogRead(JoyStick_X);  
71         y=analogRead(JoyStick_Y);  
72         z=digitalRead(JoyStick_Z);  
73         delay(100);  
74         }  
75         delay(1000);  
76         minut=pocetMinut(); //Nastavení počtu minut pro máchání  
77         delay(1000);  
78         rotacePoSmeru(90); //Najedeme nad čaj  
79         delay(1000);  
80         myservo.write(poloha-5); //Máhání čaje  
81         for (i=minut;i;i--)  
82         {  
83             lcd.clear();  
84             lcd.print("Zbyva:");  
85             lcd.setCursor(0,1);  
86             lcd.print(i);  
87             lcd.print(" minut");  
88             for (j=1;j<10;j++){  
89                 myservo.write(poloha-7);  
90                 delay(3000);  
91             }  
92         }  
93     }  
94 }
```

②

```
91         myservo.write(poloha+7);
92         delay(3000);
93     }
94 }
95 lcd.clear(); //Konec máchání
96 lcd.print("Hotovo");
97 myservo.write(poloha+20);
98 delay(10000);
99 rotacePoSmeru(90); //Odjezd doprava
100 myservo.write(15);
101 while(1) {} //Nekonečná smyčka
102 }
103
104 // zde následují funkce pro volání jednotlivých
105 // kroků pro otočení po či proti směru hodinových
106 // ručiček
107 void rotacePoSmeru(int uhel) {
108     for(int i=0;i<(uhel*64/45);i++){
109         krok(1,0,0,0);
110         krok(1,1,0,0);
111         krok(0,1,0,0);
112         krok(0,1,1,0);
113         krok(0,0,1,0);
114         krok(0,0,1,1);
115         krok(0,0,0,1);
116         krok(1,0,0,1);
117     }
118     void rotaceProtiSmeru(int uhel) {
119         for(int i=0;i<(uhel*64/45);i++){
120             krok(1,0,0,1);
121             krok(0,0,0,1);
122             krok(0,0,1,1);
123             krok(0,0,1,0);
124             krok(0,1,1,0);
125             krok(0,1,0,0);
126             krok(1,1,0,0);
127             krok(1,0,0,0);
128         }
129         // každý krok obsahuje výrobcem dané pořadí
130         // pro správné spínání motoru a následnou
131         // pauzu, kterou určujeme rychlosť otáčení
132         void krok(int a, int b, int c, int d){
133             digitalWrite(in1, a);
134             digitalWrite(in2, b);
135             digitalWrite(in3, c);
136             digitalWrite(in4, d);
137             delay(rychlosť);
```

```
138 }
139
140 int pocetMinut(){
141     int m=2;
142     int x, y, z;
143     z=1;
144     lcd.setCursor(0,0);
145     lcd.print("Maximum 9 minut");
146     lcd.setCursor(0,1);
147     lcd.print("Louhovat: ");
148     lcd.print(m);
149     lcd.print(" min");
150     while (z) {
151         x=analogRead(JoyStick_X);
152         y=analogRead(JoyStick_Y);
153         z=digitalRead(JoyStick_Z);
154         if (y>550){ //dolu
155             if (m) {
156                 m=m-1;}
157             lcd.setCursor(10,1);
158             lcd.print(m);
159         }
160         if (y<480){ //nahoru
161             if (m<9) {
162                 m=m+1;}
163             lcd.setCursor(10,1);
164             lcd.print(m);
165         }
166         delay(300);
167     }
168 }
169     return m;
170 }
171
172 void pocatecni_nastaveni(){
173     int x,y,z;
174     z=1;
175     while (z) {
176         x=analogRead(JoyStick_X);
177         y=analogRead(JoyStick_Y);
178         z=digitalRead(JoyStick_Z);
179         if (x>550) { //doprava
180             rotacePoSmeru(5);
181         }
182         else if (x<480){ //doleva
183             rotaceProtiSmeru(5);
```

③

```

185 }
186 else if (y<480){ //dolu
187     if (poloha>=5) {
188         poloha=poloha-5;
189         myservo.write(poloha);
190         delay(1000);
191     }
192 }
193 else if (y>550){ //nahoru
194     if (poloha<=170) {
195         poloha=poloha+5;
196         myservo.write(poloha);
197         delay(1000);
198     }
199 }
200 }
201 delay(100);
}

```

- ① Nastavení LCD panelu včetně pinů, na které je zapojen.
- ② Vlastní program, tentokrát složitější. Postupně se prochází následující kroky:
 - a. Počáteční nastavení polohy ruky – nad hrnek.
 - b. Přesun ruky na pozici, kde se připevní pytlík čaje.
 - c. Nastavení doby pro máchání pytlíku.
 - d. Vlastní máchání pytlíku.
 - e. Posun ruky na místo, kde je možné pytlík sejmout.
 - f. Nekonečná smyčka na závěr.
- ③ Funkce pro nastavení počtu minut pro máchání čaje.

PRÁCE S ROBOTICKOU RUKOU

- ① Po spuštění programu je třeba jako první věc nastavit robotickou ruku nad hrnek. Doporučuji nastavovat na prázdný hrnek. Ruku nastavte trochu napravo od středu hrnku a částečně jí ponořte pod horní okraj (cca. 1 cm). Potvrďte stiskem joysticku.
- ② Ruka si nyní najede vlevo od hrnku na pozici, na které můžete připevnit pytlík s čajem. Snažte se při tom nepohybovat s rukou. Pokud se vám to nepodaří, připevněte pytlík, stiskněte reset Arduinu a vraťte se na krok jedna. Alternativně začínejte rovnou s připevněným pytlíkem.

- ③ Připravte si talířek nebo nějakou podložku, nad kterou ruka donese vylouhovaný pytlík. Umístěte jí na pozici asi 90° napravo od hrnku.
- ④ Nastavte počet minut, po které se má čaj louhat, nalejte do hrnku vodu s požadovanou teplotou a potvrďte joystickem.
- ⑤ Robotická ruka provede vymáhání čaje a po nastavené době odnese pytlík napravo od hrnku nad připravenou podložku.
- ⑥ Tímto celý cyklus končí, pro jeho opakování je nutné stisknout reset na Arduinu.

POZNÁMKY

Věnujte opravdovou pečlivost zapojení obvodu. Zejména zapojení LCD panelu je poměrně složité díky velkému počtu vodičů.

Vzhledem k tomu, že se zde pracuje s kapalinou (čajem) dávejte pozor, aby nedošlo k namočení Arduina, motorků nebo jiných elektronických součástek. Pokud k tomuto přece jen dojde, okamžitě odpojte Arduino od zdroje elektrického proudu a nechte vše dobře vyschnout, nejlépe do příštího týdne.

Můžete se setkat s nepřesnostmi v pohybu ruky, které jsou způsobeny tím, že ruka zavadí o nějaký předmět (nejčastěji hrnek). Pokud si tohoto všimnete v počátečních fázích, raději systém resetujte a začněte od začátku.

ZÁVĚR

V tomto příkladu jste se naučili zapojit obvod sestávající z dvou motorků, displeje a joysticku. Dozvěděli jste se něco málo o robotice a vyzkoušeli si ovládání jednoduché robotické ruky. Je třeba si uvědomit, že robotické ruce v praxi mívají nejméně pět stupňů volnosti – pět motorků a jejich ovládání a programování je podstatně složitější.