

## 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**



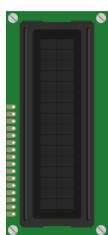
Servo motor



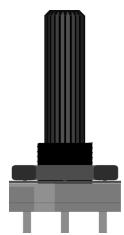
Krokový motor



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?

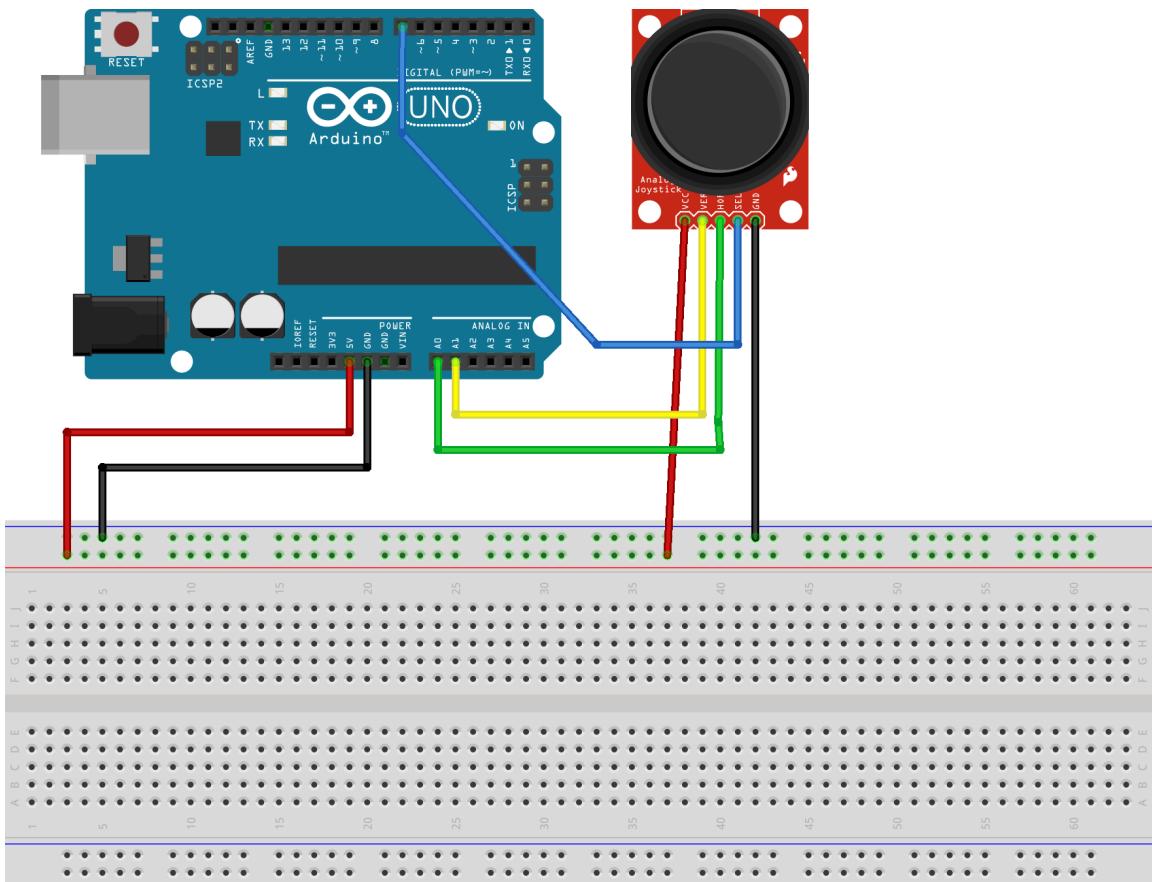
- ① Součásti obvodu – deska Arduino s USB kabelem, kontaktní pole, vodiče, modul joysticku.
- ② Osobní počítač pro studenty s nainstalovaným Arduino IDE.
- ③ Pokud je k dispozici, tak dataprojektor.
- ④ Prezentace k lekci 8.
- ⑤ Pracovní listy pro studenty.

## 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 = A0; //Xová osa joysticku - analogový pin 0
2 int JoyStick_Y = A1; //Yová osa joysticku - analogový pin 1
3 int JoyStick_Z = A7; //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 připojit 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.



##### ➔ 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.

# PRACOVNÍ LIST - JOYSTICK I

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

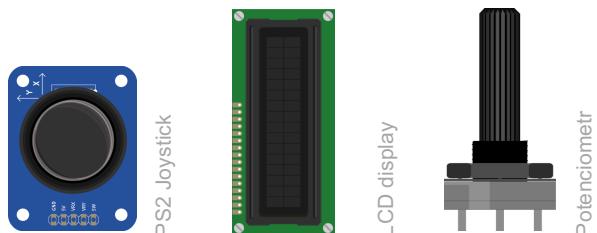
## CO SE NAUČÍTE

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



## CO BUDETE POTŘEBOVAT

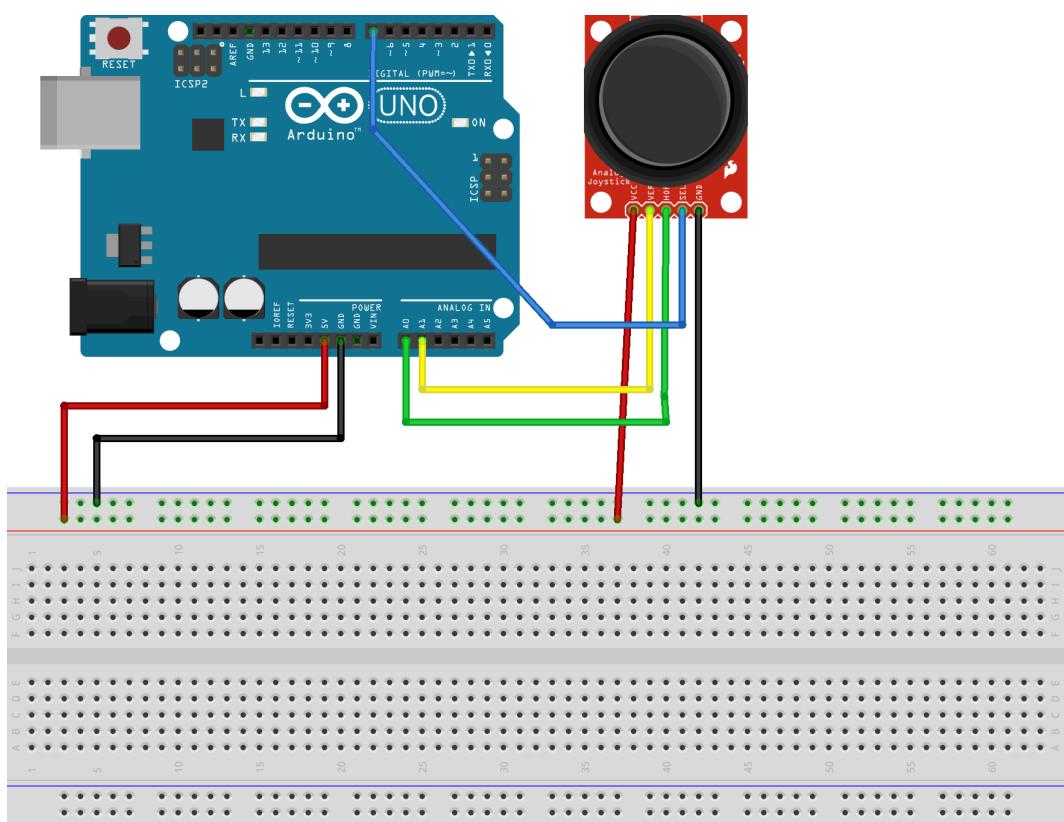
- ① Joystick.
- ② Desku Arduino.
- ③ Kontaktní pole.
- ④ Vodiče typu zástrčka- zástrčka.
- ⑤ Volitelně LCD panel a potenciometr.



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 = A0; //Xová osa joysticku - analogový pin 0
2 int JoyStick_Y = A1; //Yová osa joysticku - analogový pin 1
3 int JoyStick_Z = A7; //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.



#### 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 zástrčka-zástrčka, 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.

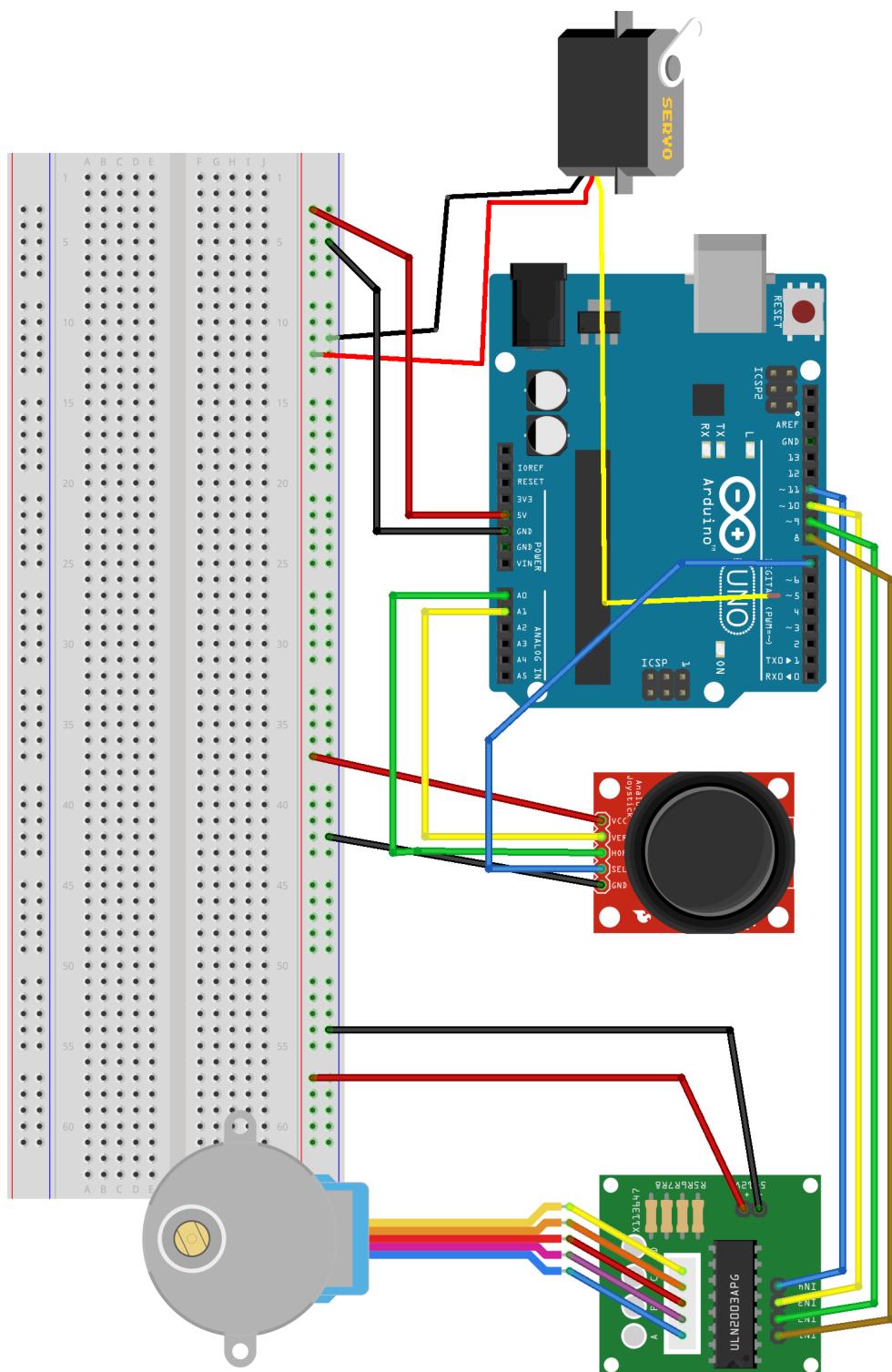


## CO BUDETE POTŘEBOVAT

- ① Deska Arduino s USB kabelem.
- ② Kontaktní pole.
- ③ Vodiče typu zástrčka-zástrčka.
- 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 = A0; //Xová osa joysticku - analogový pin 0
17 int JoyStick_Y = A1; //Yová osa joysticku - analogový pin 1
18 int JoyStick_Z = A7; //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 rychlosťí 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.

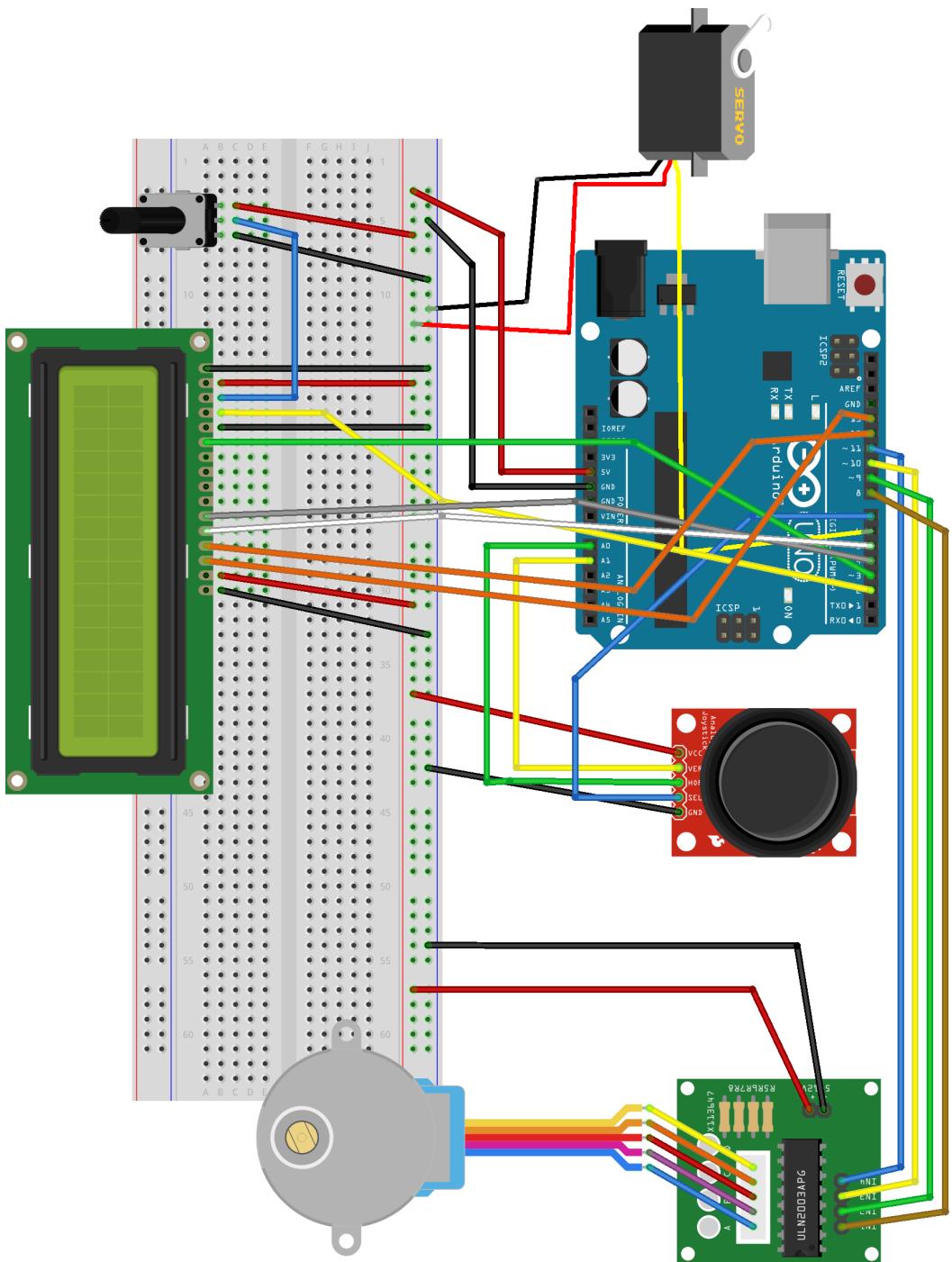


## A JDĚTE NA TO ...

- 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 = A0; //Xová osa joysticku - analogový pin 0
24 int JoyStick_Y = A1; //Yová osa joysticku - analogový pin 1
25 int JoyStick_Z = A7; //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("připevní čaj a potvrd"); // 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         lcd.clear();
81         lcd.print("Zbyva:");
82         lcd.setCursor(0,1);
83         lcd.print(i);
84         lcd.print(" minut");
85         for (j=1;j<10;j++){
86             myservo.write(poloha-7);
87             delay(3000);
88             myservo.write(poloha+7);
89             delay(3000);
90     }
```

```

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

```

```

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

```

```
188     }
189     if (y<480){ //nahoru
190         if (m<9) {
191             m=m+1;
192             lcd.setCursor(10,1);
193             lcd.print(m);
194
195         }
196         delay(300);
197     }
198     return m;
199 }
```

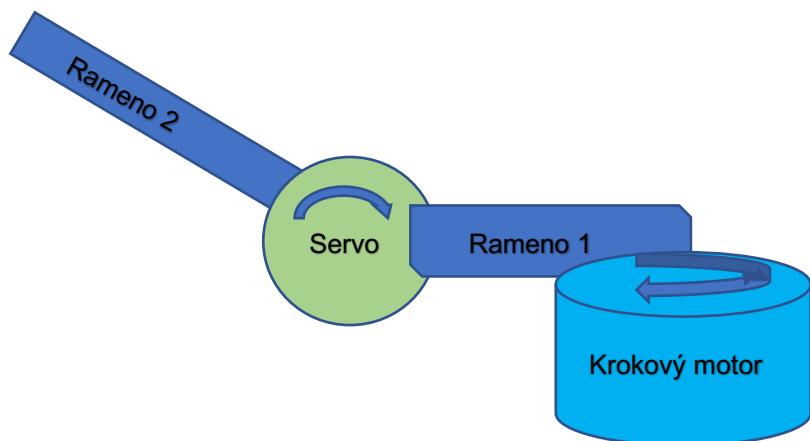
- ④ Program odladěte a nahrajte do Arduina.
- ⑤ Nyní zkuste nasimulovat vymáčhání pytlíku v čaji a až si budete jistí, můžete si opravdu zkusí uvařit čaj. Postupujte dle následujícího návodu.

## PRÁCE S ROBOTICKOU RUKOU

- ① Po spuštění programu je třeba jako první věc nastavit robotickou ruku nad prázdný 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 vrátěte 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 vymáčhání 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

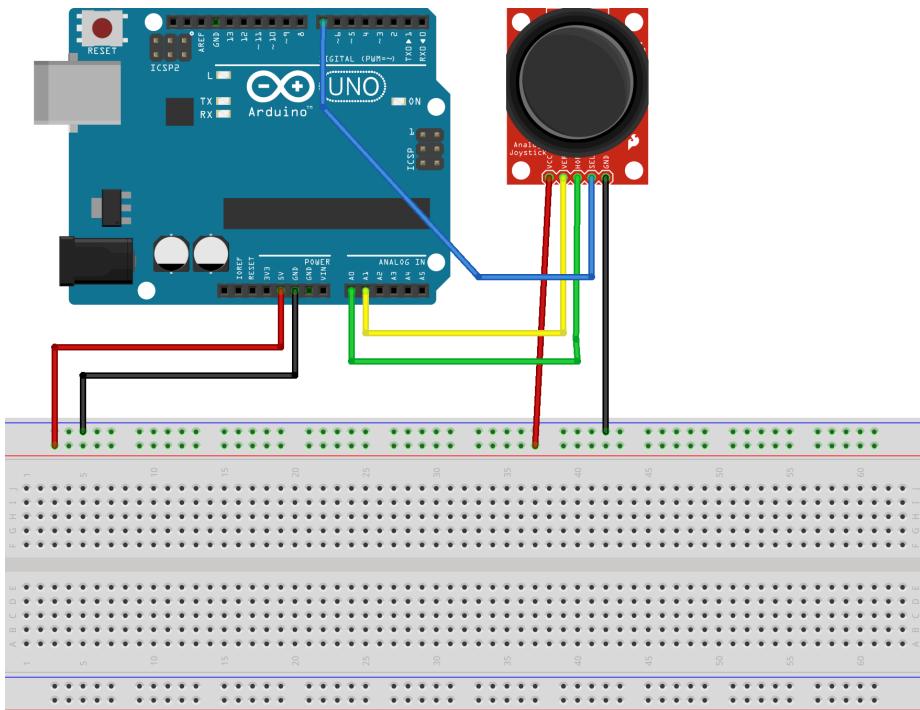
Následující úkoly na sebe navazují, a proto po vyřešení prvního úkolu není nutné obvod rozpojovat, ale naopak postupně k němu budete přidávat další součástky. Stejně tak i program je koncipován od jednoduššího ke složitějšímu.

# ÚKOL 1

Zapojte joystick a monitorujte jeho stavu pomocí sériové komunikace.

## ZAPOJENÍ OBVODU

Sestavte obvod dle následujícího obrázku:



## PROGRAMOVÝ KÓD

```
1 int JoyStick_X = A0; //Xová osa joysticku - analogový pin 0
2 int JoyStick_Y = A1; //Yová osa joysticku - analogový pin 1
3 int JoyStick_Z = A7; //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.



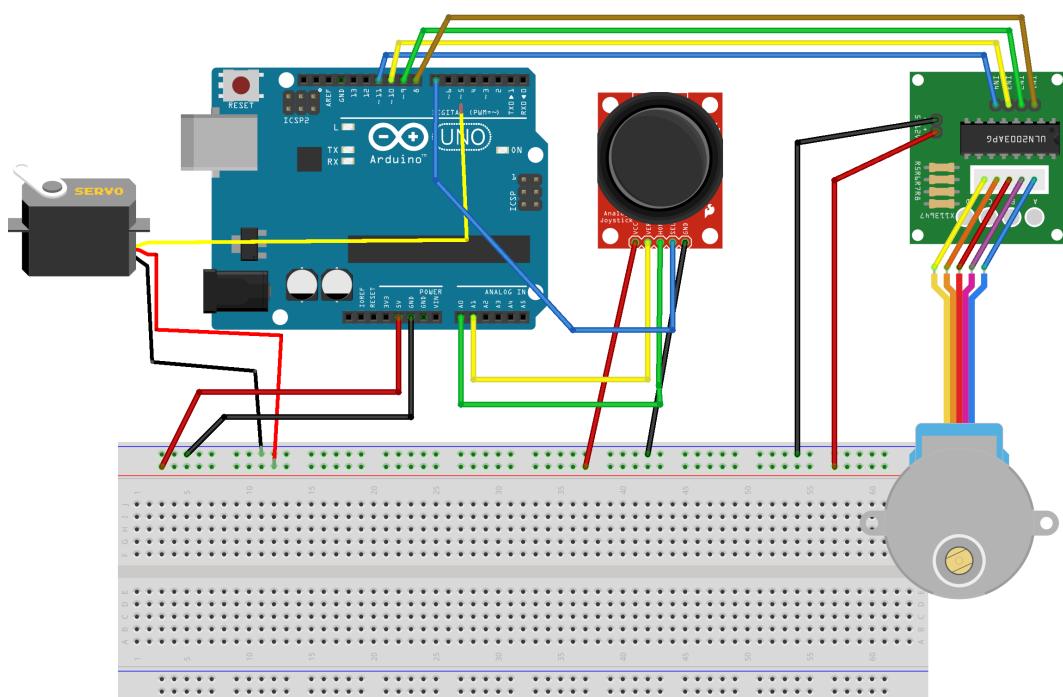
Zkuste úlohu řešit tak, že si místo sériového monitoru zapojíte LCD displej a pohyby joysticku si budete zobrazovat na něm. Můžete využít schéma zapojení a zdrojový kód z Úlohy 3 v této kapitole.

## 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 = A0; //Xová osa - analogový pin 0
19 int JoyStick_Y = A1; //Yová osa - analogový pin 1
20 int JoyStick_Z = A7; //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     //incializace 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 numbered callouts (① through ⑤) on the right side, each pointing to a specific section of the code:

- ① Points to the declaration of the servo object and its initial setup.
- ② Points to the variable declarations for the joystick pins.
- ③ Points to the entire `setup()` function.
- ④ Points to the beginning of the `loop()` function.
- ⑤ Points to the end of the `loop()` function.

```

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

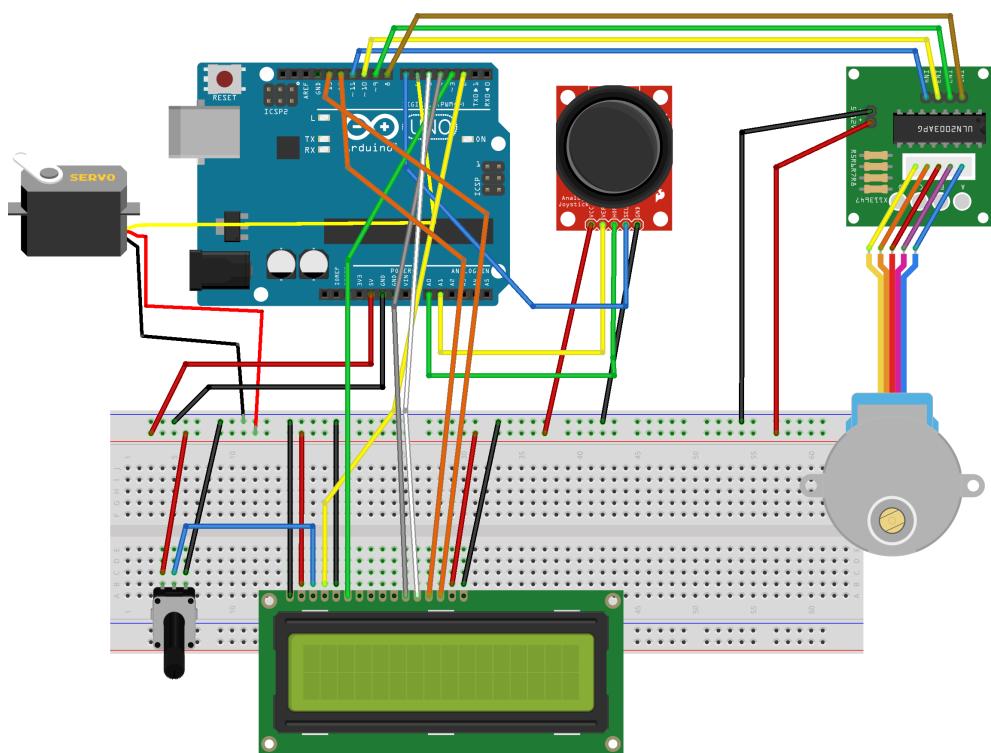
- ④ Nastavení servo motoru (svislý pohyb). Proměnná poloha slouží k zapamatování aktuální svislé polohy ruky.
- ⑤ Nastavení krokového motoru (vodorovný pohyb). Proměnná rychlosť slouží pro nastavení pauzy mezi jednotlivými pohyby motoru.
- ⑥ Nastavení pinů joysticku (viz předchozí příklad).
- ⑦ Inicializace 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 = A0; //Xová osa joysticku - analogový pin 0
25 int JoyStick_Y = A1; //Yová osa joysticku - analogový pin 1
26 int JoyStick_Z = A7; //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 hrnek"  
57     lcd.clear(); //Nastavení polohy pro připevnění pytlíku  
58     myservo.write(poloha+15);  
59     delay(1000);  
60     rotaceProtismeru(90);  
61     delay(1000);  
62     lcd.print("Ruka pripravena");  
63     lcd.setCursor(0,2);  
64     lcd.print("prievni caj a potvrd"); // Potvrdit stiskem  
65                                     // joysticku  
66     delay(1000);  
67     z=1;  
68     while (z) {  
69         x=analogRead(JoyStick_X);  
70         y=analogRead(JoyStick_Y);  
71         z=digitalRead(JoyStick_Z);  
72         delay(100);  
73     }  
74     delay(1000);  
75     minut=pocetMinut(); //Nastavení počtu minut pro máchání  
76     delay(1000);  
77     rotacePoSmeru(90); //Najedeme nad čaj  
78     delay(1000);  
79     myservo.write(poloha-5); //Máchání čaje  
80     for (i=minut;i;i--){  
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);
```

①

②

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

```
138
139 int pocetMinut(){
140     int m=2;
141     int x, y, z;
142     z=1;
143     lcd.setCursor(0,0);
144     lcd.print("Maximum 9 minut");
145     lcd.setCursor(0,1);
146     lcd.print("Louhovat: ");
147     lcd.print(m);
148     lcd.print(" min");
149     while (z) {
150         x=analogRead(JoyStick_X);
151         y=analogRead(JoyStick_Y);
152         z=digitalRead(JoyStick_Z);
153         if (y>550){ //dolu
154             if (m) {
155                 m=m-1;}
156             lcd.setCursor(10,1);
157             lcd.print(m);
158         }
159         if (y<480){ //nahoru
160             if (m<9) {
161                 m=m+1;
162             }
163             lcd.setCursor(10,1);
164             lcd.print(m);
165         }
166         delay(300);
167     }
168     return m;
169 }
170
171 }
172
173 void pocatecni_nastaveni(){
174     int x,y,z;
175     z=1;
176     while (z) {
177         x=analogRead(JoyStick_X);
178         y=analogRead(JoyStick_Y);
179         z=digitalRead(JoyStick_Z);
180         if (x>550) { //doprava
181             rotacePoSmeru(5);
182         }
183         else if (x<480){ //doleva
184             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.