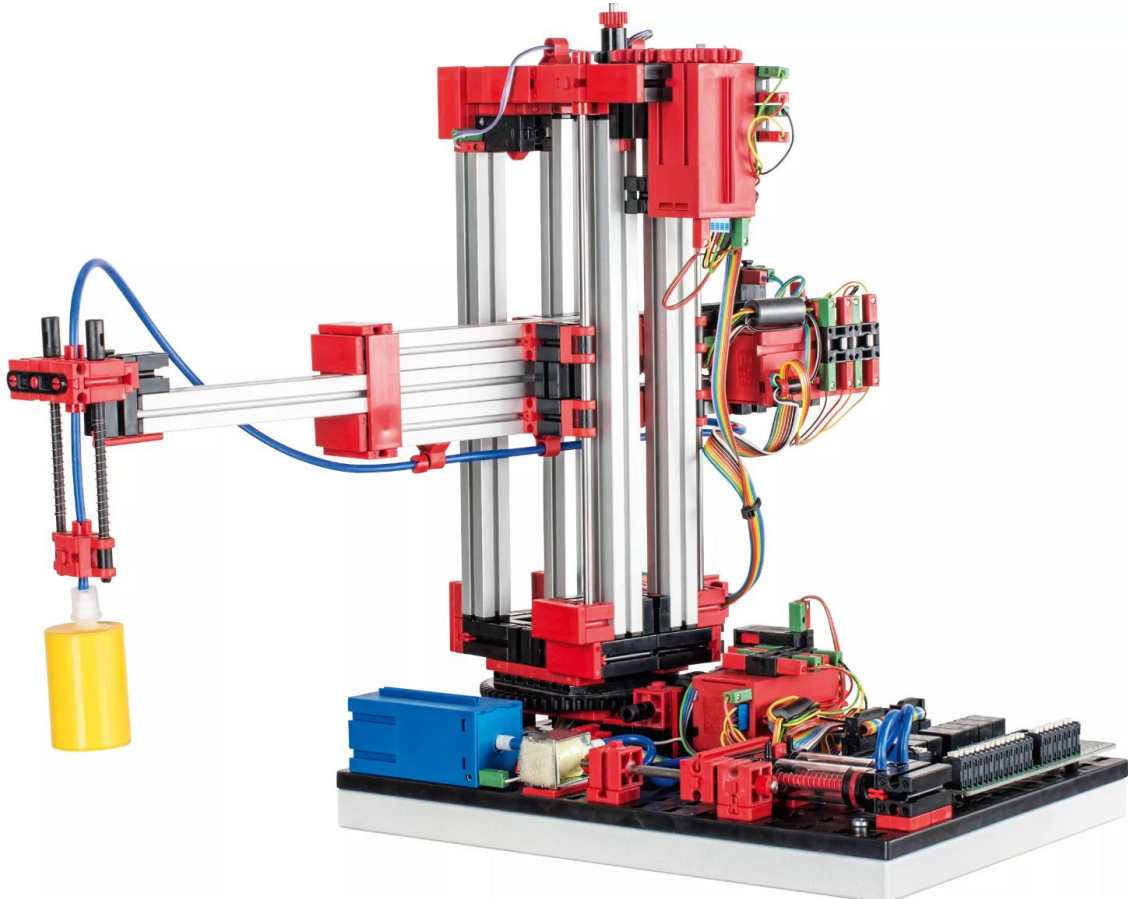


Ukázková hodina 2

Model Fischer Technik – Robotický manipulátor s pneumatickým úchopem



Obrázek 1: Robotický manipulátor Fischer Technik s pneumatickým úchopem

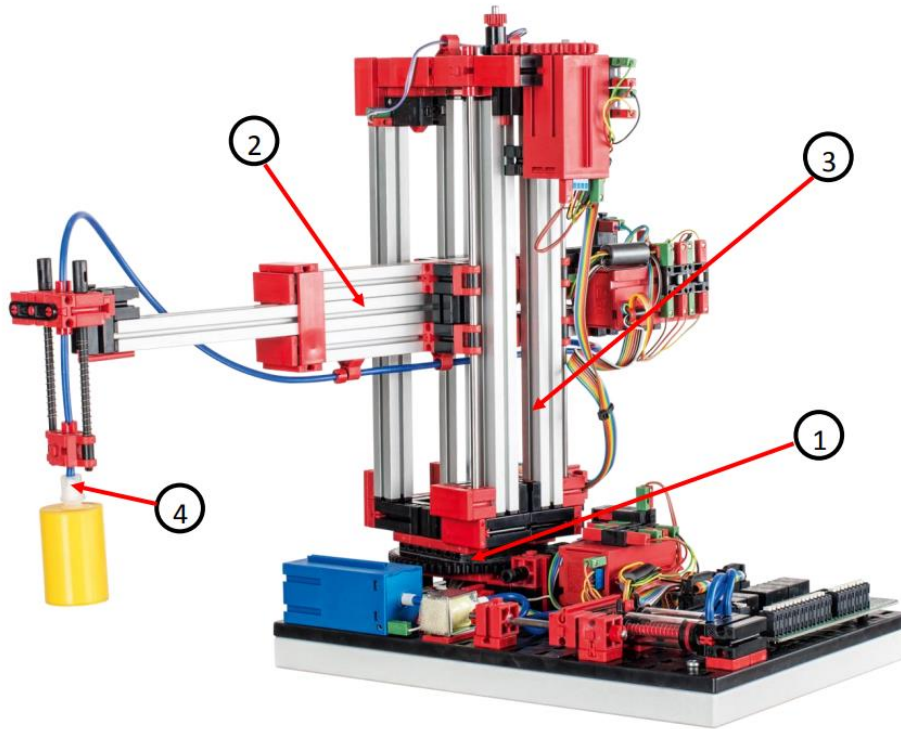
Cíle a záměry:

1. Vytvořit u žáka dovednost řešit zadaný technologický a automatizační problém – řízení modelu robotického manipulátoru s pneumatickým úchopem.
2. Posílit schopnost samostatné práce v aplikaci TIA Portal.
3. Rozvinout dovednost sestavení algoritmu pro daný typ úlohy.
4. Podpořit dovednost spolupráce žáků při skupinové práci na zadaném problému.

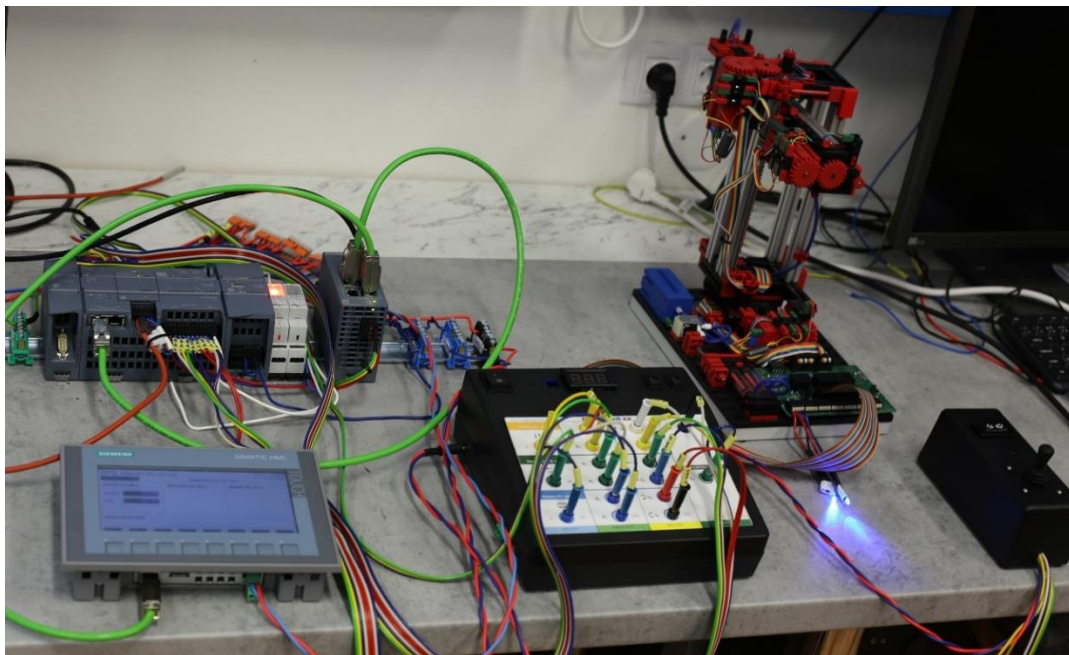
Vstupní předpoklady:

1. Žák ovládá hardwarovou konfiguraci PLC.
2. Žák zvládá základní kroky práce v aplikaci TIA Portal.

Seznámení s konstrukcí manipulátoru:



Obrázek 2: Robotický manipulátor Fischer Technik s pneumatickým úchopem – popis jednotlivých os manipulátoru



Obrázek 3: Robotický manipulátor Fischer Technik s pneumatickým úchopem – pohled na pracoviště



Střední průmyslová škola strojnická Olomouc

17. listopadu 995/49, 779 00 Olomouc

☎ 585 549 111, www.spssol.cz

Zadání:

A. Ruční řízení modelu v jedné ose /rotace manipulátoru, viz obr. 2, pozice 1/

1. Propoj model robotického manipulátoru s pneumatickým úchopem s PLC. Informaci o propojovacím rozhraní nalezneš v dokumentaci výrobce [ZDE](#). Respektuj doporučené zapojení (příloha 2, obr. 5).
2. V manuálu (viz příloha 1, obr. 3) zjisti, které vstupní prvky (senzory, koncový spínač) a výstupní prvky (motor) jsou vázány na tuto osu a kde jsou na desce řídicí elektroniky vyvedeny jejich piny pro ovládání a měření (viz příloha 1, obr. 4).
3. Připoj ke vstupům PLC řídicí panel.
4. Proved' konfiguraci PLC.
5. Popiš konstrukční řešení uvedené osy.
6. Zjisti, jak je řešeno odměřování polohy na modelu robotického manipulátoru v rotační ose. Použij manuál.
7. Jaký typ motoru je použit? Použij manuál.
8. Jak bude pohyb dané osy řízen?
9. Napiš program v aplikaci TIA Portal pro řízení pohybu dané osy. Výsledek konzultuj s vyučujícím.
10. Zapni napájení.
11. Ověř funkci programu. Vypni napájení.

B. Ruční řízení modelu ve druhé ose /pohyb vertikální osy manipulátoru, viz obr. 2, pozice 3/

1. Popiš konstrukční řešení vertikální osy.
2. V manuálu (viz příloha 1, obr. 3) zjisti, které vstupní prvky (senzory, koncový spínač) a výstupní prvky (motor) jsou vázány na tuto osu a kde jsou na desce řídicí elektroniky vyvedeny jejich piny pro ovládání a měření (viz příloha 1, obr. 4). Zjisti, jak je řešeno odměřování polohy na modelu robotického manipulátoru na vertikální ose. Uvedeno v manuálu.
3. Jaký typ motoru je použit? Použij manuál.
4. Jak bude pohyb vertikální osy řízen?
5. Napiš program v aplikaci TIA Portal pro řízení pohybu vertikální osy (půjde o modifikaci programu pro osu rotační). Výsledek konzultuj s vyučujícím.
6. Zapni napájení.
7. Ověř funkci programu. Vypni napájení.

C. Ruční řízení modelu ve třetí ose /pohyb výsuvného ramene manipulátoru, viz obr. 2, pozice 2/

1. Popiš konstrukční řešení výsuvné osy manipulátoru.
2. V manuálu (viz příloha 1, obr. 3) zjisti, které vstupní prvky (senzory, koncový spínač) a výstupní prvky (motor) jsou vázány na tuto osu a kde jsou na desce řídicí elektroniky vyvedeny jejich piny pro ovládání a měření (viz příloha 1, obr. 4). Zjisti, jak je řešeno odměřování polohy na modelu robotického manipulátoru na výsuvné ose. Použij manuál.
3. Jaký typ motoru je použit? Použij manuál.



Střední průmyslová škola strojnická Olomouc

17. listopadu 995/49, 779 00 Olomouc

☎ 585 549 111, www.spssol.cz

4. Jak bude pohyb výsuvné osy řízen?
5. Napiš program v aplikaci TIA Portal pro řízení pohybu výsuvné osy (půjde o modifikaci programu pro osu vertikální). Výsledek konzultuj s vyučujícím.
6. Zapni napájení.
7. Ověř funkci programu. Vypni napájení.

D. Ruční spínání chodu kompresoru pro podtlakovou jednotku /viz obr. 2, pozice 4/

1. Tohle je jednoduché. Napiš program v aplikaci TIA Portal, který bude změnou na dalším volném vstupu DI ovládat na výstupu spínání příslušného relé na desce ovládání manipulátoru.
2. Zapni napájení.
3. Ověř funkci programu. Vypni napájení.

E. Volitelná úloha /pro rychlé a nadané žáky/ - vizualizace ovládání manipulátoru prostřednictvím panelu HMI

1. Připoj HMI panel k PLC, proved' jeho konfiguraci.
2. Navrhni vizualizaci, kterou bude možné výše uvedené režimy (viz body A, B, C a D) ovládat.

Časový rámec: 4 hodiny (minimálně, pro body A a D)

1. Seznámení s úkolem, vysvětlení, diskuse podmínek. V úvodní fázi je třeba ošetřit koncovou polohu, která je indikována jen v jedné krajní poloze příslušné osy. Od této krajní polohy je odvozen pohyb s použitím časového řízení.
2. Návrh algoritmu, sestavení programu, ověření funkce programu, úpravy, modifikace.
3. Diskuse možností řešení zadaného úkolu, diskuse výhod a nevýhod navrhovaných řešení. Diskuse problémů, na které žáci narazili. Shrnutí výsledků, zobecnění.

Pomůcky:

- Ovládací panel pro robotický manipulátor,
- robotický [manipulátor s pneumatickým úchopem Fischer Technik](#),
- kabely, propojovací rozhraní,
- sestava PLC Simatic S7-1200 (kód pro HW konfiguraci produktu: [6ES7215-1AG40-0XB0](#)),
- panel HMI KTP 700 (kód pro HW konfiguraci produktu: [6AV2123-2GB03-0AX0](#)),
- PC s aplikací TIA Portal.

Výstupy z čtyřhodinovky:

- **Žák připojil ovládací panel** pro robotický manipulátor **ke vstupům PLC** a dále **připojil robotický manipulátor ke vstupům a výstupům PLC**. Pracoval při tom s provozní dokumentací modelu manipulátoru.
- **Žák provedl hardwarovou konfiguraci PLC.**
- **Žák provedl analýzu konstrukčního řešení jednotlivých os robotického manipulátoru.**



Střední průmyslová škola strojnická Olomouc

17. listopadu 995/49, 779 00 Olomouc

☎ 585 549 111, www.spssol.cz

- Žák s ohledem na použitý DC motor, umístění koncového spínače osy a řídicí elektroniku manipulátoru zvolil odpovídající způsob řízení osy (časové řízení s využitím referenčního bodu osy).
- Žák v *default tag table* nadefinoval všechny tagy, které potřebuje k ovládní zvolené osy modelu manipulátoru programem. Žák sestavil jednoduchý program, kterým dle stavu vstupů PLC (ovládací panel) ovládá výstupy PLC, na kterých jsou připojeny příslušné porty manipulátoru.
- Žák uvedený koncept řízení jedné osy modifikoval a rozšířil na zbývající osy.
- Žák implementoval ovládní kompresoru pro podtlakovou jednotku.
- Nadaný žák v kroku E vytvořil vizualizaci pro ovládní manipulátoru prostřednictvím panelu HMI. Tento krok už je dle našich zkušeností za hranicí stanoveného časového rozpětí vyučovací jednotky.

Zhodnocení výukové jednotky – míra naplnění stanovených cílů, zpětná vazba od studentů, zkušenosti:

Cíl č. 1: Vytvořit u žáka dovednost řešit zadaný technologický a automatizační problém – řízení modelu manipulátoru s pneumatickým úchopem.

Dovednost řešení zvoleného technologického problému spočívá v analýze zadání a jeho rozložení na dílčí podproblémy, které je žák následně schopen vyřešit. Jedná se o komplexní dovednost, která se vytváří postupně a dlouhodobě. Ukazuje se, že pokud mají žáci zadaný úkol v pracovním listu dostatečně strukturován a pokud k úkolu, který nedovedou vyřešit obdrží vhodnou nápovědu, jsou schopni v řešení problému pokročit. Většina žáků s případnou nápovědou jak v pracovním listu, tak při dotazu na vyučujícího problém vyřešit zvládla.

Cíl č. 2: Posílit schopnost samostatné práce v aplikaci TIA Portal.

Samostatná práce v aplikaci TIA Portal je náplní celého bloku hodin předcházejících této ukázkové hodině. Základní dovednosti orientace v programu (vytvoření projektu, hardwarová konfigurace PLC, zápis tagů do *Default tag table*, vyhledávání nástrojů /programových bloků/ v menu nástrojů) již žáci obstojně zvládají. Samostatnou prací se tato dovednost dále prohlubuje, zároveň může každý žák pracovat alespoň ve dvojici lépe svým vlastním tempem. Žáci tuto dovednost postupně zvládají lépe, dle jejich vlastního vyjádření se v uvedených dovednostech postupně zlepšují.

Cíl č. 3: Rozvinout dovednost sestavení algoritmu pro daný typ úlohy

Dovednost vytvoření algoritmu pro daný typ úlohy souvisí s cílem č. 1. Jde o prohloubení analýzy podstaty problému, formulace dílčích podproblémů. Důležité je zde stanovení podmínek pro další krok řešení. Vše se dle naší zkušenosti lépe rozvíjí v diskusi řešitelské dvojice. Chceme po žácích, aby si zvykli kreslit si vývojové diagramy. Tato dovednost dle vyjádření žáků někomu jde lépe a někomu nikoliv. Žáci však připouštějí, že i tuto činnost lze postupně (alespoň do určité míry) trénovat. Většina žáků uvedený



Střední průmyslová škola strojnická Olomouc

17. listopadu 995/49, 779 00 Olomouc

☎ 585 549 111, www.spssol.cz

cíl (někteří s dopomocí vyučujícího) zvládla. Důležitou roli hraje podrobně zpracovaná nápověda v pracovním listu pro žáka.

Někteří žáci upřednostňují provádět analýzu definovaného problému vlastním tempem, v klidu, proto se nám osvědčila zadat vytvoření požadovaného vývojového diagramu jako úkol žákům předem.

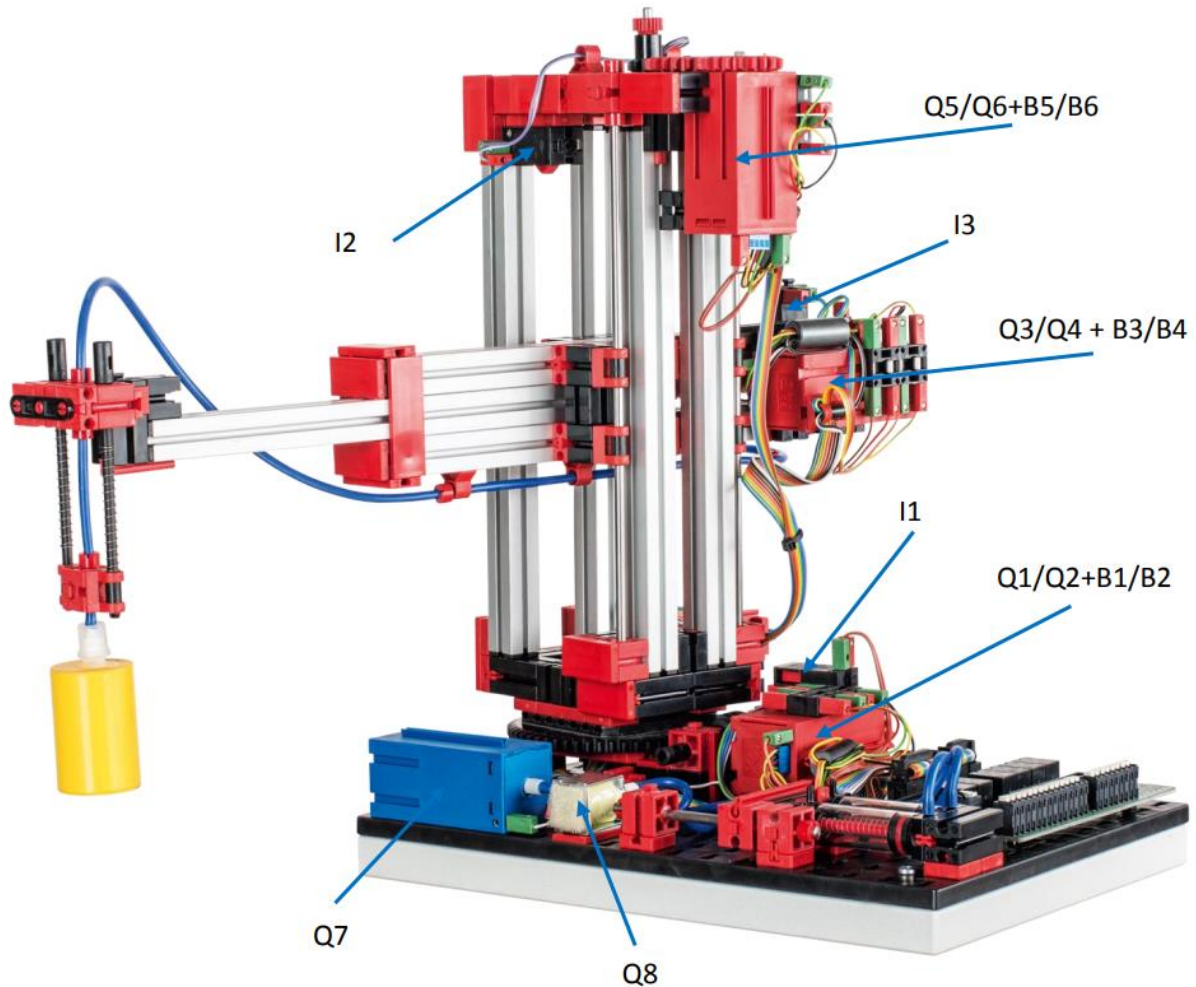
Cíl č. 4: Podpořit dovednost spolupráce žáků při skupinové práci na zadaném problému.

S ohledem na výše uvedenou práci ve dvojicích je podpořena schopnost spolupráce, vzájemné komunikace, formulace problému a další související měkké dovednosti.

Závěry:

1. Žáci jsou motivováni k řešení úloh praktického charakteru, které jsou blízké realitě. Zvolená učební činnost je efektivnější než čistě teoretická výuka.
2. Také pokud žáci ve cvičení prakticky uplatňují znalosti získané v teoretické výuce, jsou více ochotni věnovat se prezentované teorii, diskutují podmínky a možnosti uplatnění prezentované teorie.
3. Prakticky zaměřená výuka žáky dle jejich vyjádření více baví a připadá jim smysluplnější. Sami jsou většinou schopni modifikovat zadání a posouvat svoje řešení.
4. Ukazuje se, že prakticky realizovaná výuka je náročnější jak na přípravu učitele, tak na vedení žáků samotných. Je to však zvládnutelné.
5. Ve cvičeních je vhodné zadávat úlohy jednoduché a postupně zvyšovat náročnost. Žáci nadaní jsou schopni sami modifikovat zadání úlohy (vymyslet varianty, vylepšení) zdá se, že je to i baví a motivuje k další práci.
6. Úlohy komplexního rázu se nám osvědčilo zadávat např. jako úlohy k procvičení (na doma).

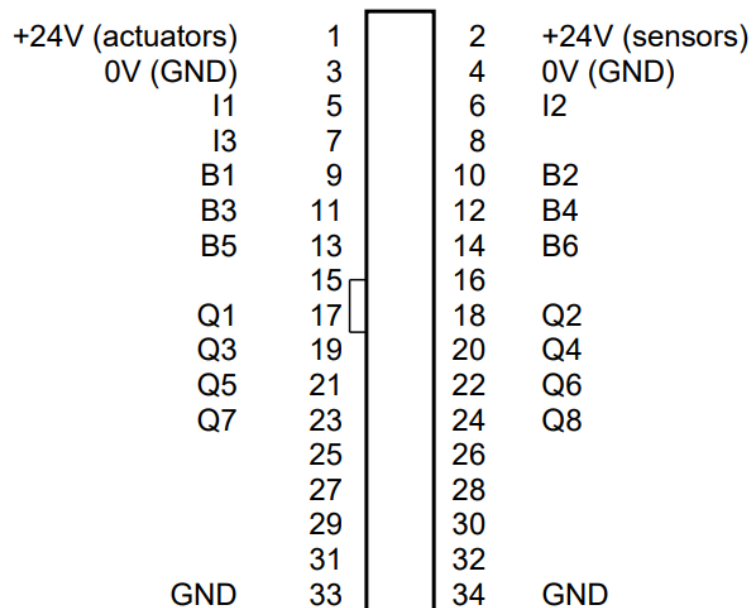
Příloha č. 1: Popis modelu robotického manipulátoru Fischer Technik s pneumatickým úchopem



Obrázek 4: Rozmístění a označení senzorů a akčních členů robotu

Circuit layout of the Vacuum Gripper Robot 24V

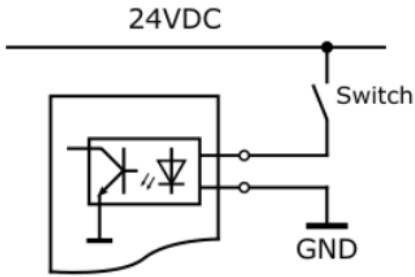
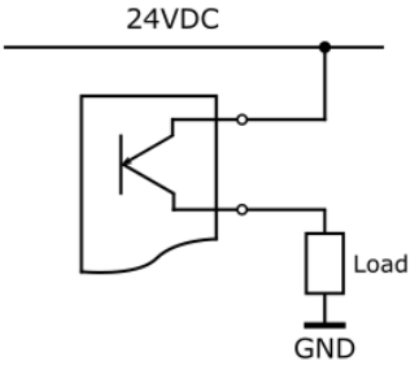
Terminal no.	Function	Input/Output
1	power supply (+) actuators	24V DC
2	power supply (+) sensors	24V DC
3	power supply (-)	0V
4	power supply (-)	0V
5	reference switch vertical axis	I1
6	reference switch horizontal axis	I2
7	reference switch rotate	I3
8	Not used	
9	encoder vertical axis impulse 1	B1
10	encoder vertical axis impulse 2	B2
11	encoder horizontal axis impulse 1	B3
12	encoder horizontal axis impulse 2	B4
13	encoder rotate impulse 1	B5
14	encoder rotate impulse 2	B6
17	motor vertical axis up	Q1 (M1)
18	motor vertical axis down	Q2 (M1)
19	motor horizontal axis backward	Q3 (M2)
20	motor horizontal axis forward	Q4 (M2)
21	motor rotate clockwise	Q5 (M3)
22	motor rotate counterclockwise	Q6(M3)
23	compressor	Q7
24	Valve vacuum	Q8



Obrázek 5: Rozmístění pinů na připojovacím rozhraní

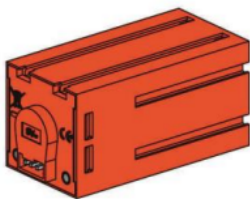
Příloha č. 2: Důležitá technická data modelu robotického manipulátoru s pneumatickým úchopem

PLC input and output configuration

	Inputs	Outputs
Type	sinking input	sourcing output
Switching		

Obrázek 6: Připojení vstupů a výstupů modelu robotického manipulátoru k PLC

Technical data

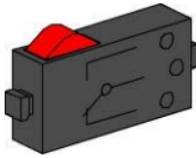


Encoder motor:

The vacuum gripper robot is powered by three encoder motors. This is possible through permanent magnet DC motors, which enable the incremental measurement of angles with the help of Hall Effect sensors. The encoder motors have a rated voltage of 24 V and a maximum output of 2.03 W at 214 rpm. The current input at maximum power is 320 mA. The integrated gearbox gear ratio is 25:1. This means that the encoder produces three pulses per motor shaft rotation or 75 pulses per rotation of the gearbox output shaft. Since two phase shifted pulses are indexed, the encoder is able to distinguish the direction in which the motor is rotating.

The connection is made via a four core cable with a red wire for the 24 V output and a green wire for the ground connection. The black and yellow wires transmit the pulse (push-pull output, 1 kHz max., 10 mA max.).

Mini-switch:



For the sorting line with detection, the mini-switch is used as a pulse counter. Combined with a pulse wheel, the push-button switches are used as incremental rotary encoders to determine the position of the conveyor belt. The mini-switch used for this purpose includes a changeover switch and can be used both as a normally closed contact and as a normally open contact. When the switch is actuated, equipotential bonding occurs between contact 1 and contact 3, while the connection between contact 1 and contact 2 is separated. Figure 1 shows the schematic circuit diagram of the mini-switch.

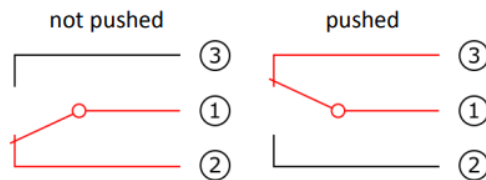
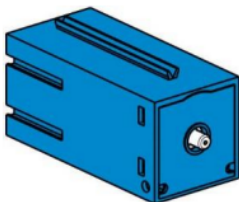


Fig. 1: Mini-switch circuit diagram

Compressor:



A diaphragm pump supplies compressed air to the vacuum gripper robot. This type of diaphragm pump consists of two chambers separated by a diaphragm; see Figure 2. A cam moves a piston in one of the two chambers up and down, causing the air in the other chamber to be drawn in or pressed out. During the downward stroke the diaphragm is pulled back, causing air to be pulled into the second chamber through the inlet valve. When the piston moves up, the diaphragm presses the air out of the pump head through the outlet valve. The compressor used in this case operates at a rated voltage of 24V DC and produces an overpressure of approximately 0.7 bar. The maximum current input of the compressor is 70 mA.

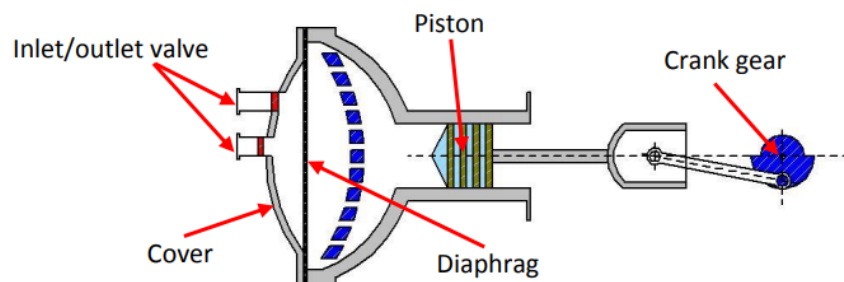
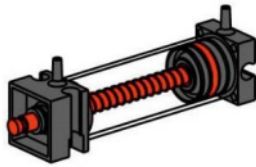


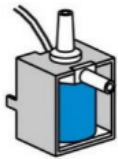
Fig 2: Schematic drawing of the diaphragm pump

Pneumatic cylinders:



Two pneumatic cylinders handle the suction function of the vacuum gripper robot and are controlled with the help of a 3/2 way solenoid valve. In the case of the pneumatic cylinders, a piston divides the volume of the cylinder into two chambers. Differing pressure between these two chambers results in force placed on the piston, causing the piston to move. This movement corresponds to a change in volume in both chambers. Two cylinders are then mechanically connected in order to create a vacuum, which is pressure that is lower than the ambient pressure, in the vacuum gripper robot. If a cylinder is then supplied with excess pressure, the two piston rods extend, causing the volume to increase in the chamber closed by the suction cup. This increase in volume is accompanied by a drop in pressure in this chamber.

3/2 way solenoid valve:



3/2 way solenoid valves are used to control the pneumatic cylinders. These control valves have three connection points and two control states. The switching operations are carried out by a solenoid coil (a), which operates against a spring (c). When voltage is applied to the solenoid, the movable core (b) of the coil moves against the spring as a result of Lorentz force, causing the valve to open. Open in this case means that the compressed air connection (current description: 1, previous description: P) is connected with the cylinder connection (1, previously A). If this voltage drops, the spring pushes the core back again, causing the valve to close again. In this position, the cylinder connection (2, previously A) is connected with the air vent (3, previously R). Figure 3 shows a schematic drawing of the 3/2 way solenoid valve. The solenoid valve connection is made using two cables: one connected to the PLC output and the other connected to ground.

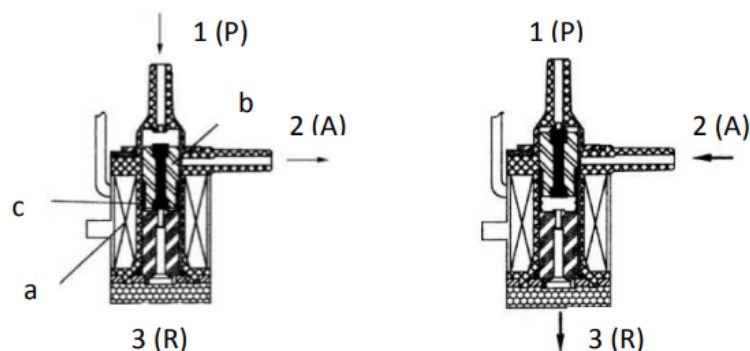
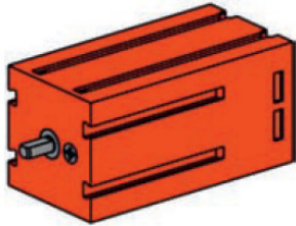


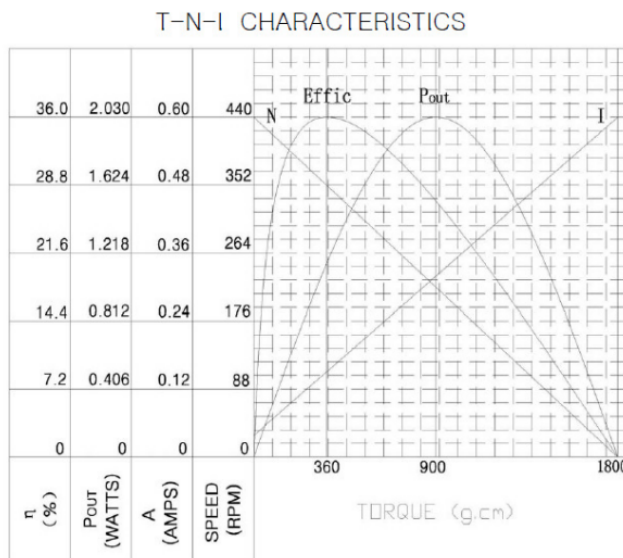
Fig. 3: 3/2 way solenoid valve

FT-T-KN
11.04.2017

Datenblatt Encodermotor 24V Art.-Nr. 144643
Datasheet Encoder motor 24V Art. No. 144643

	Maße/dimensions: 60x30x30mm
	Abtriebswelle/output shaft: D=4mm, L=7,5mm, 2 Ablachungen je 0,7mm/ 2 bevels 0.7mm each
	Stromversorgung: 24VDC über 2 fischertechnik Anschlussbuchsen D=2,5mm/ Power supply: 24VDC with 2 fischertechnik connection sockets D=2.5mm

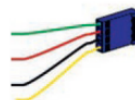
Motordaten/motor data:



Encoderdaten/encoder data:

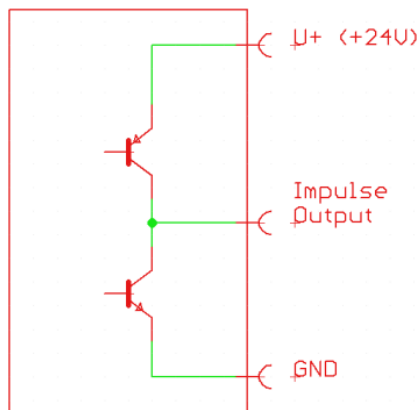
Quadraturencoder,
Stromversorgung/power supply 24VDC
Signal: Quadratur Encoder, Push-Pull Output (0/24V), max. 10mA
Frequenz/frequency: max 1kHz.

Anschlüsse/connector: 4-pol Stiftleiste,
passendes Kabel/fitting cable: Art.No. 119785
rot/red=+24V, grün/green=0V, schwarz/black=Puls1,
gelb/yellow=Impuls2



Entwicklung & Produktion

Ersatzschaltbild eines 24V Encoder-Ausgangs (2 pro Motor)
Equivalent circuit diagram of 24V encoder output (2 per motor)



Ausgangssignal des 24V-Encoders für verschiedene Drehrichtungen.
Output signal of 24V-encoder for different directions of rotation

