



AMR

Robotino



Lukáš Venkrbec

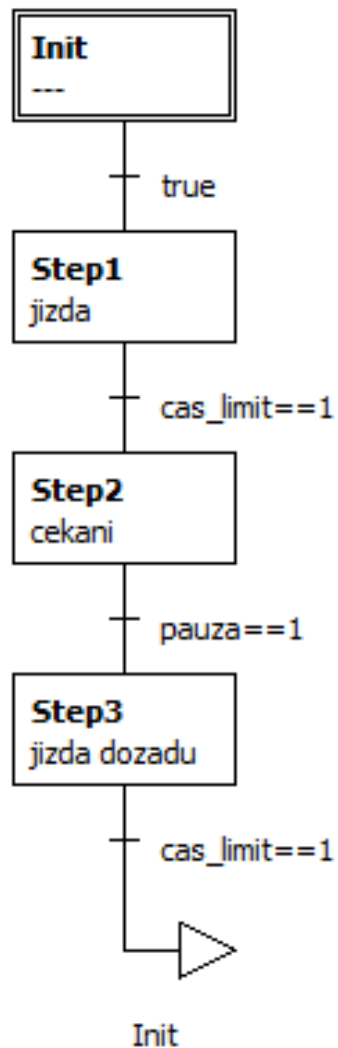
ID 146127

N-AIŘ-K

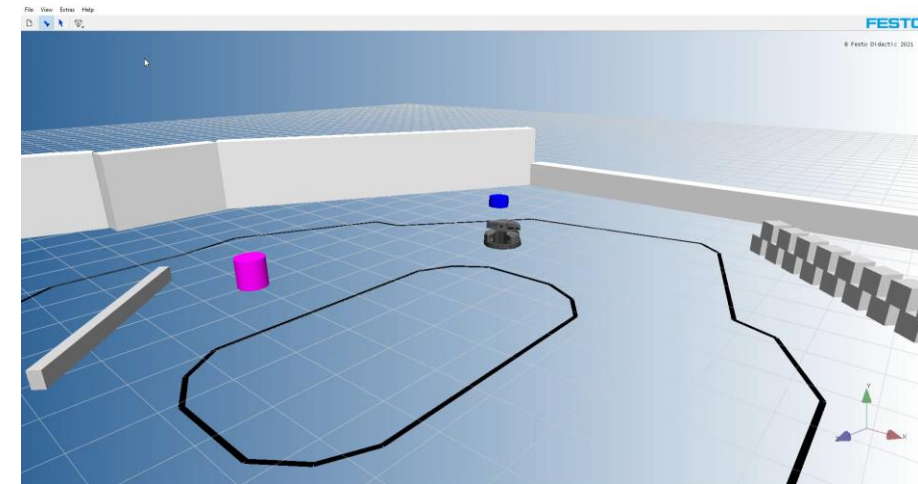
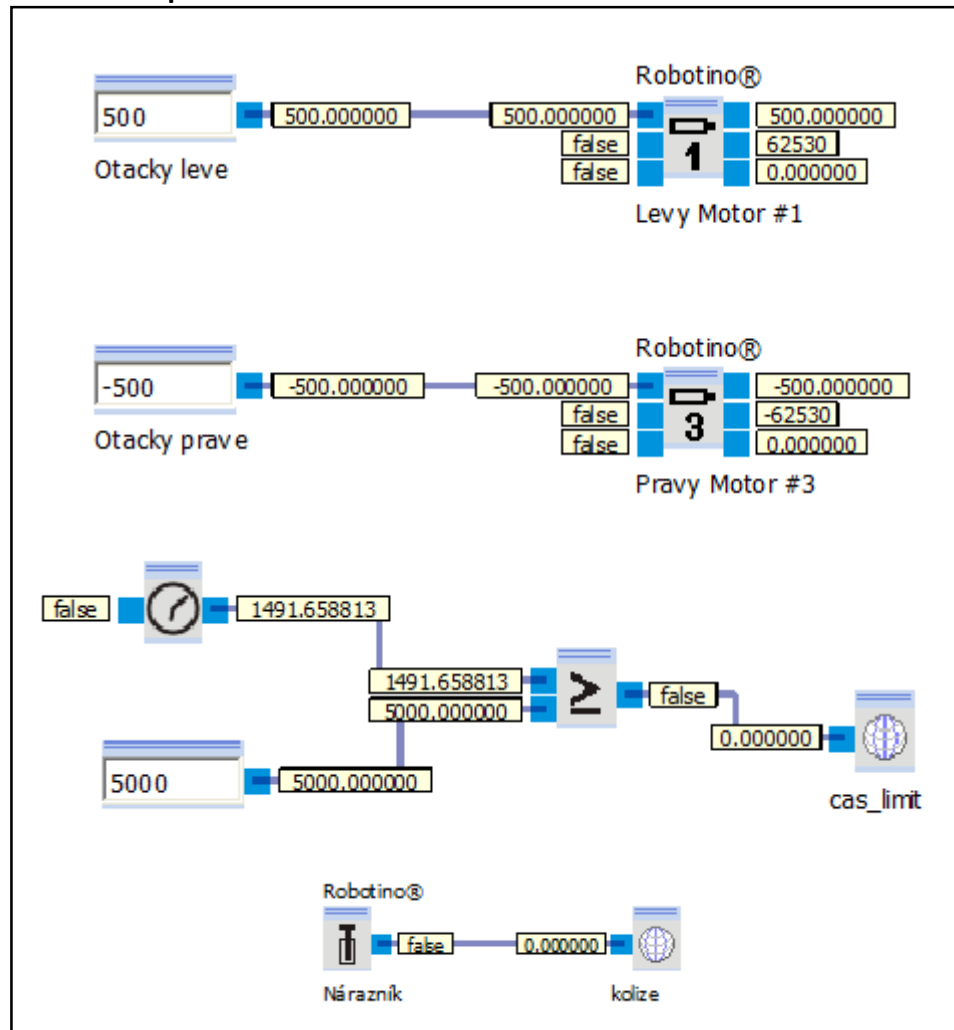
Osnova

- úvod – Robotino View,
- lineární pohyb X, Y a rotace v Z
- ruční ovládání v simulaci,
- programová sekvence – čtverec,
- jednotka Omnidrive a její přesnost,
- využití IR senzorů, pro zastavení a řízení (odstup od překážky),
- využití analogového induktivního snímače,
- sledování cesty – difuzní optické snímače,
- sledování trasy – web kamera,
- vyhledávání a sledování barevného objektu – web kamera

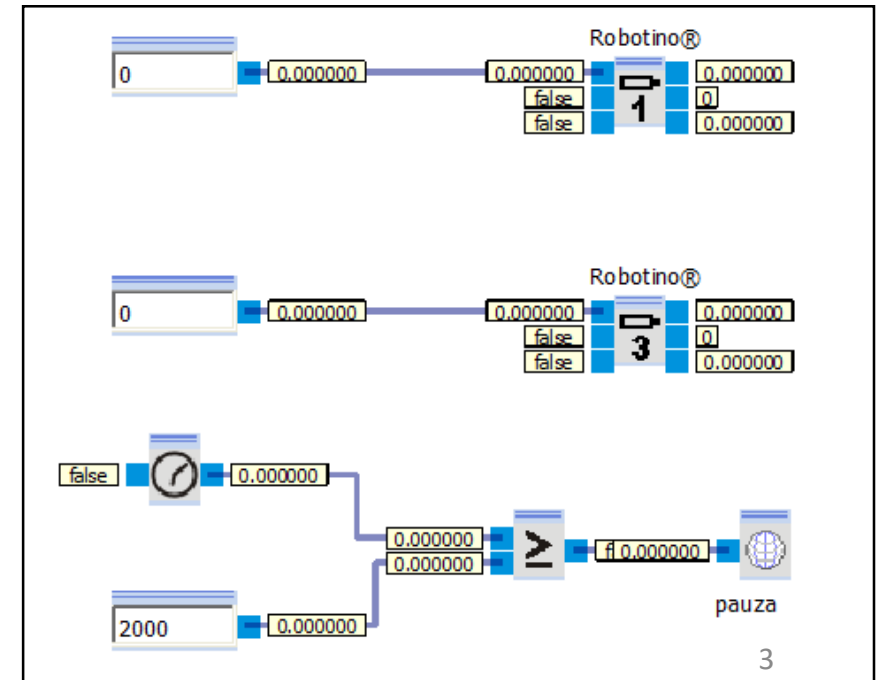
ÚVOD - Robotino View



Jízda dopředu



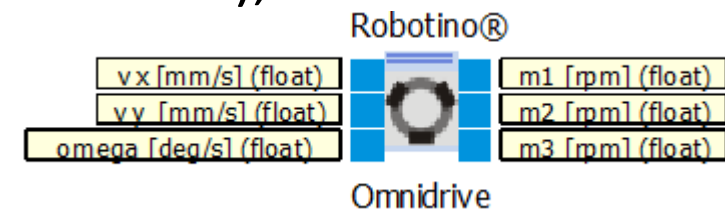
Čekání



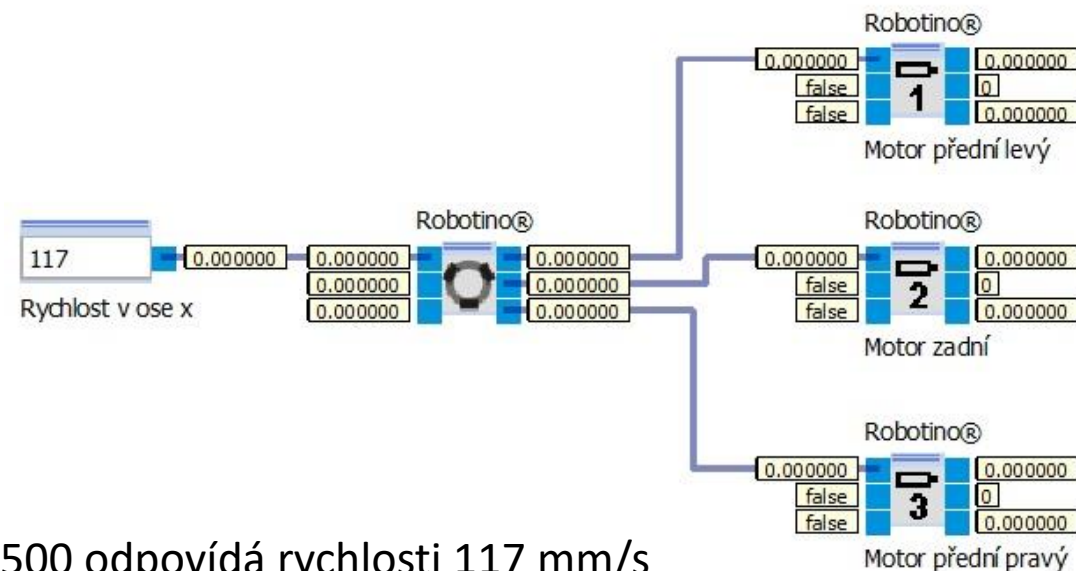
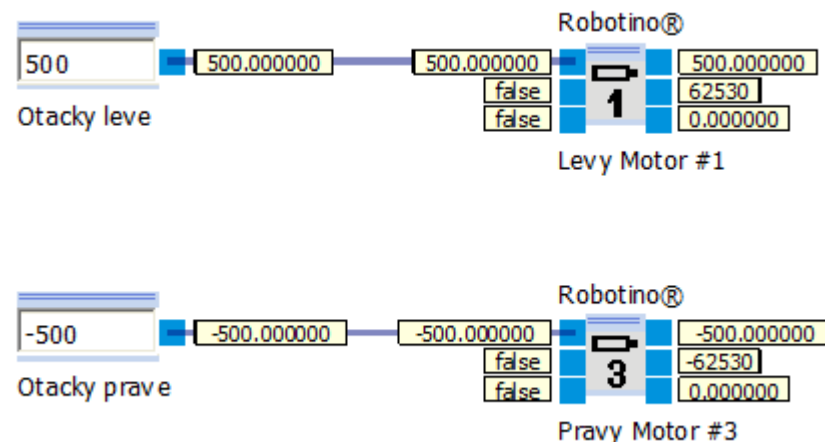
Lineární pohyb - osa x

- Tři stupně volnosti – osa x (pohyb vpřed a vzad), osa y (pohyb do boku), otáčení kolem osy z.

- FB Omnidrive popisuje kinematický model robotu Robotino.



vstupy: Rychlost ve směru osy x [mm/s], rychlost ve směru osy y [mm/s],
otáčení kolem osy z [úhlové stupně/s].

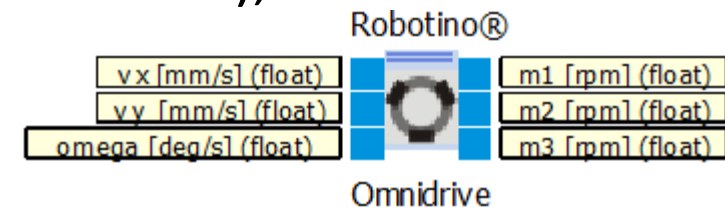


Jízda dopředu otáčení motorů +M1 a -M3 hodnota 500 odpovídá rychlosti 117 mm/s

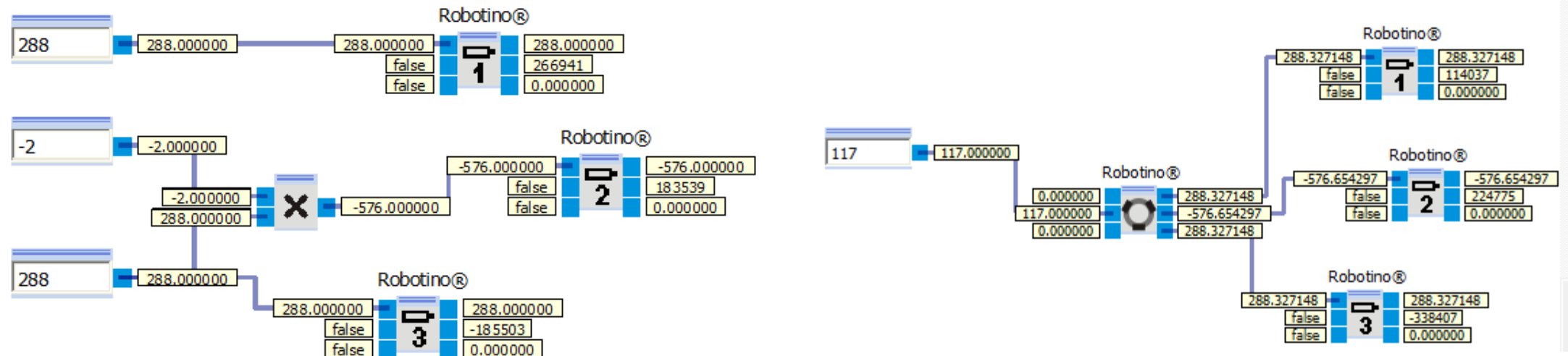
Lineární pohyb - osa y

- Tři stupně volnosti – osa x (pohyb vpřed a vzad), osa y (pohyb do boku), otáčení kolem osy z.

- FB Omnidrive popisuje kinematický model robotu Robotino.



vstupy: Rychlost ve směru osy x [mm/s], rychlost ve směru osy y [mm/s],
otáčení kolem osy z [úhlové stupně/s].

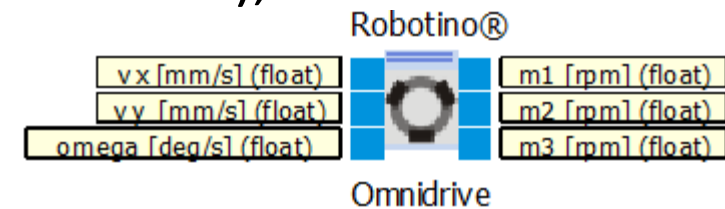


Jízda do boku otáčení motorů +M1, +M3 a M2 je 2x větší

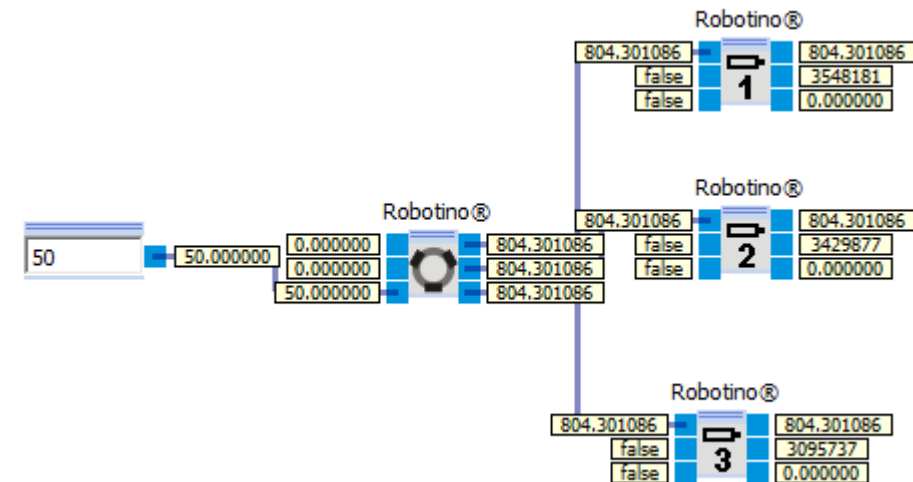
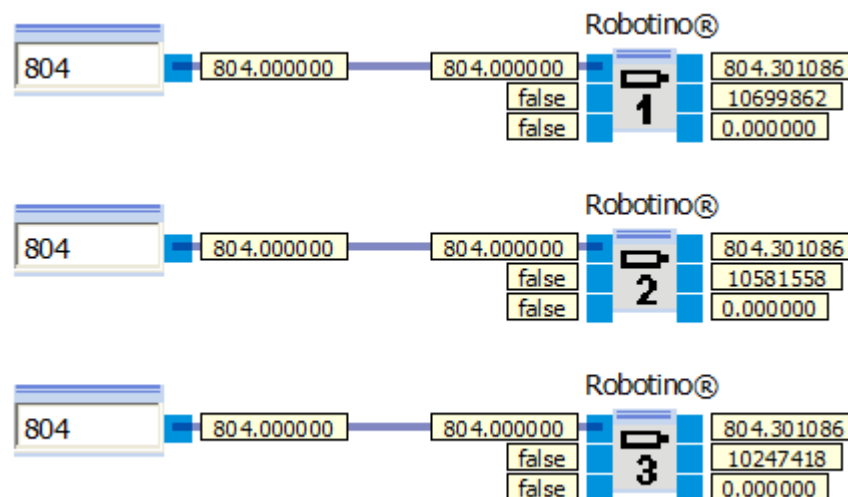
Otáčení v ose z

- Tři stupně volnosti – osa x (pohyb vpřed a vzad), osa y (pohyb do boku), otáčení kolem osy z.

- FB Omnidrive popisuje kinematický model robotu Robotino.



vstupy: Rychlost ve směru osy x [mm/s], rychlost ve směru osy y [mm/s],
otáčení kolem osy z [úhlové stupně/s].

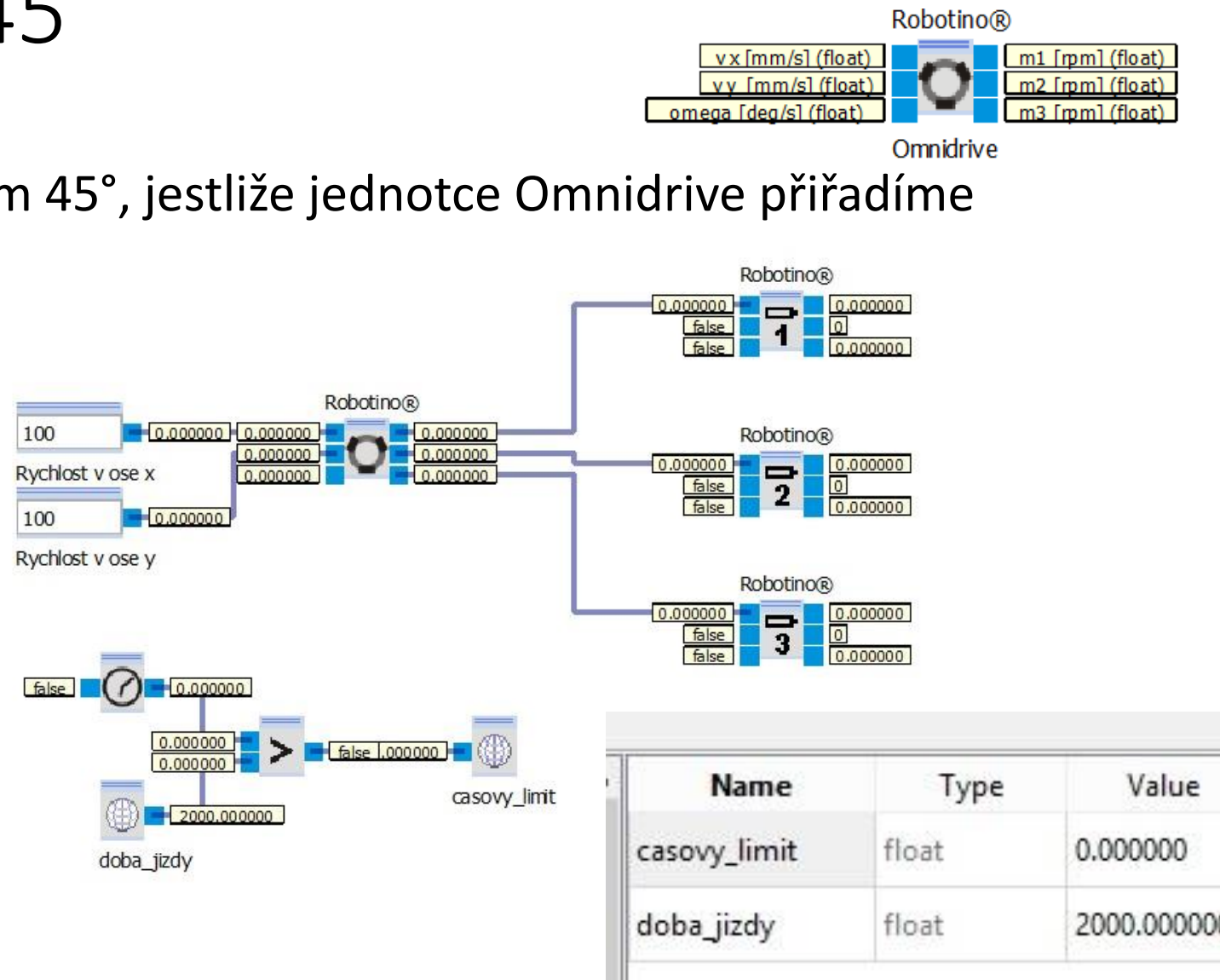


Rotace Robotina hodnoty motorů +M1, +M2 a +M3

Pohyb pod úhlem 45°

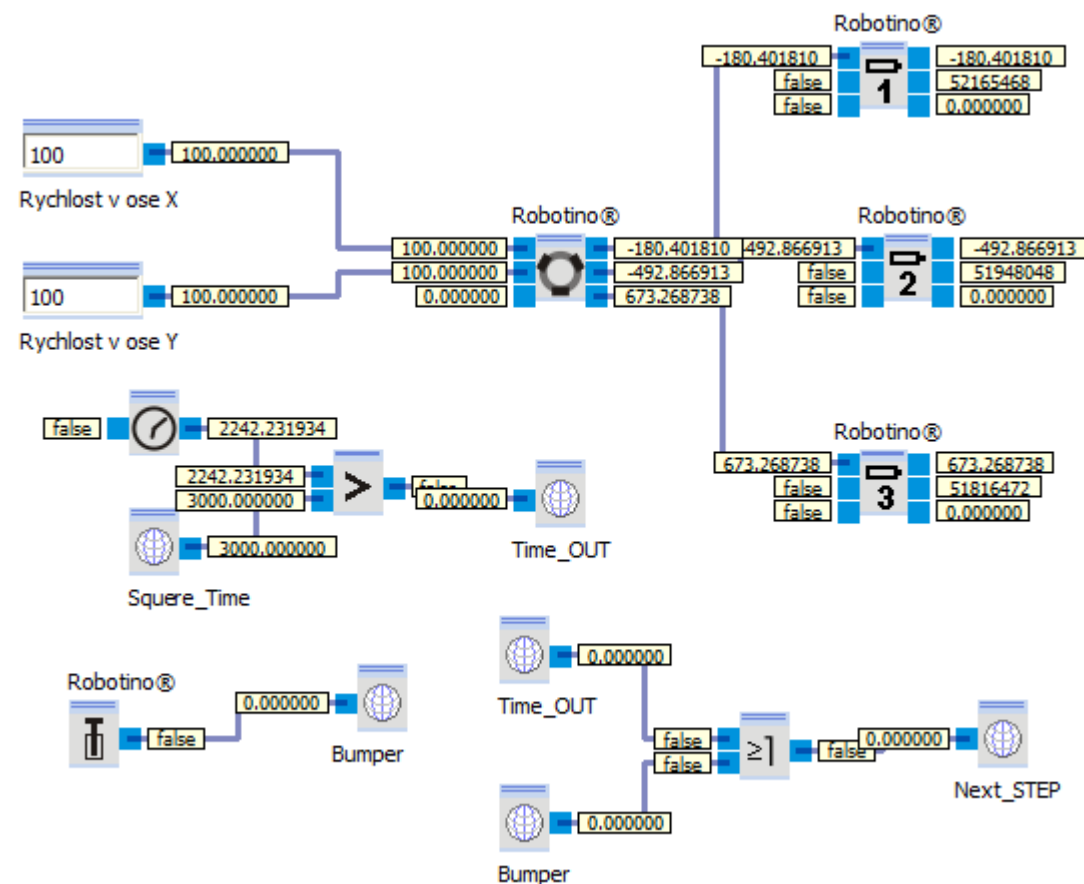
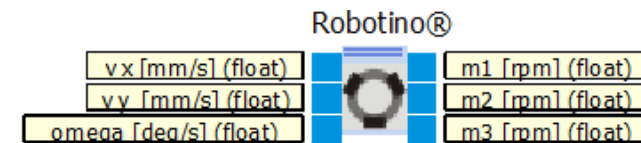
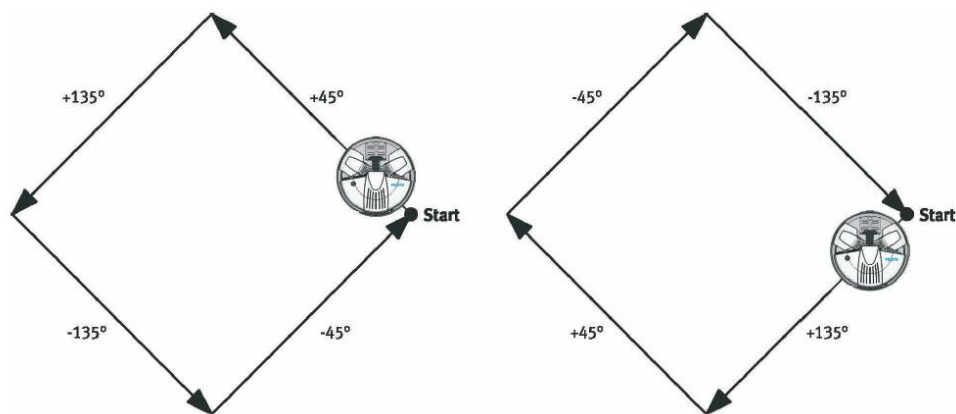
- Robot pojede dopředu pod úhlem 45°, jestliže jednotce Omnidrive přiřadíme stejnou rychlost v ose x, y

Úhel směru	Rychlost x	Rychlost y
45°	100	100
-45°	100	-100
135°	-100	100
-135°	-100	-100



Jízda ve tvaru čtverce

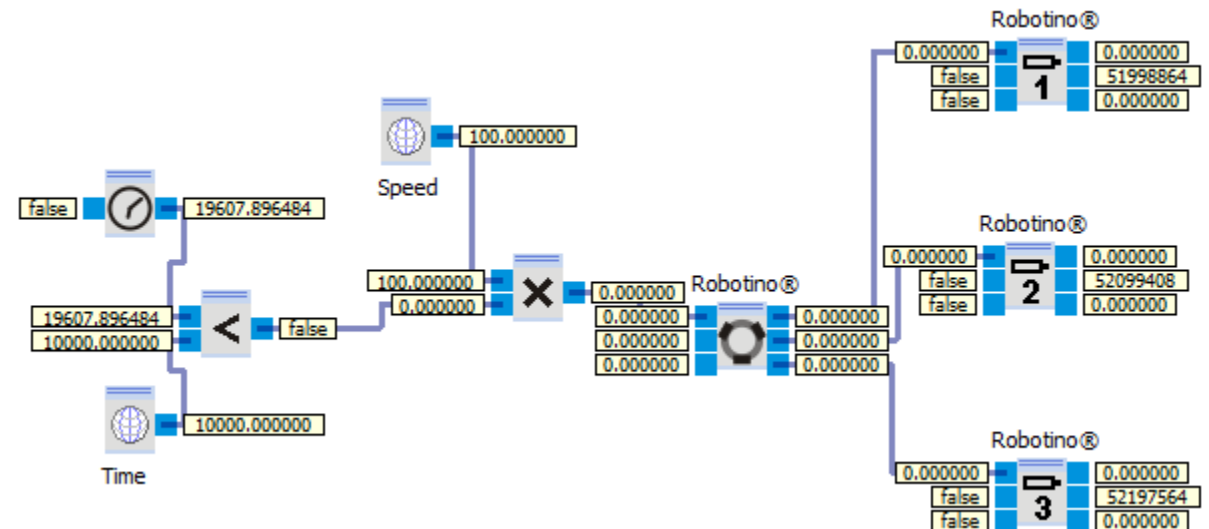
Úhel směru	Rychlost x	Rychlost y
45°	100	100
-45°	100	-100
135°	-100	100
-135°	-100	-100



Dopředu o 1 m

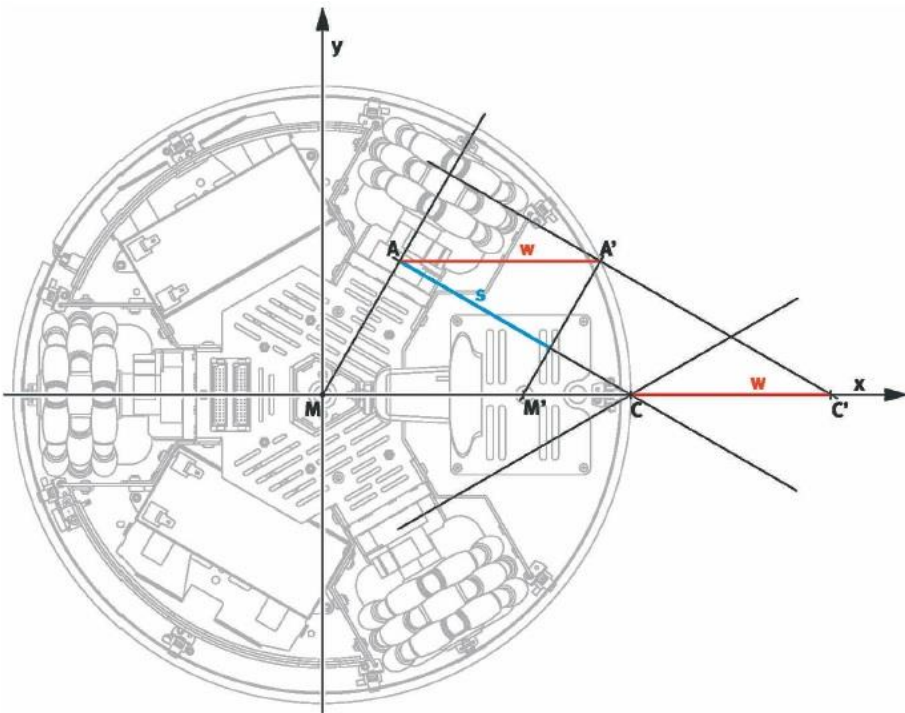
- S využitím jednotky Omnidrive
- Robotický systém má provádět zakládání zboží v automatizovaném skladu. Musí být schopen najíždět na stanovené posice s dostatečnou přesností.
- Výpočet doby jízdy $v = 100 \text{ mm/s}$, dráha 1 m

$$t = \frac{s}{v} = \frac{1 \text{ m}}{0,1 \text{ m/s}} = \mathbf{10 \text{ s}}$$
- Skutečně ujetá dráha:
 - 90 cm až 100 cm,
 - v závislosti na vlastnostech podlahy.



Dopředu o 1 m

- Bez využití jednotky Omnidrive
- Dráha 1000 mm, počet otáček motoru N?
- Ovládána jsou dvě přední kola M1, M3, úhel mezi koly $\alpha=120^\circ$, průměr kola D 125 mm obvod kola O= dráha ujetá na jednu otáčku



Obvod kola

$$O = \pi \cdot D = \pi \cdot 125 \cong 392,69908 \text{ mm.}$$

Dráha ujetá kolečkem

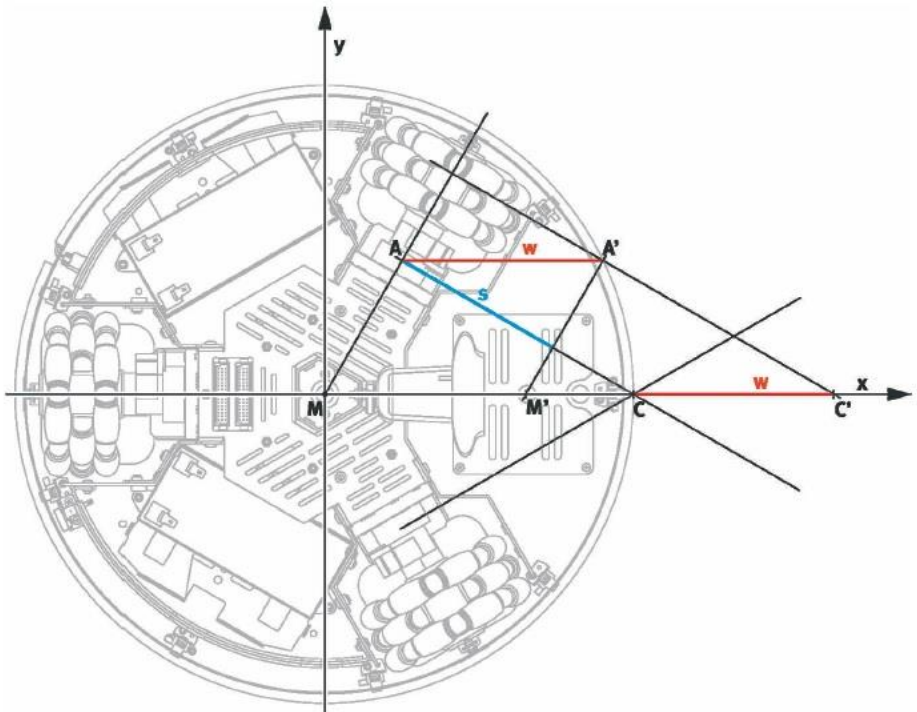
$$s = w \cdot \sin \frac{\alpha}{2} = 1000 \cdot \sin \frac{120^\circ}{2} \cong 866,02540 \text{ mm.}$$

Počet otočení na 1 metr

$$N = \frac{s}{O} = \frac{866,02540}{392,69908} \cong 2,205 .$$

Dopředu o 1 m

- Bez využití jednotky Omnidrive
- Výpočet počtu impulsů inkrementálního snímače otáček motoru



Převodový poměr převodovky motoru $G = 32$

Počet impulsů připadajících na 1 otáčku kola $K = 2048$;

Vypočítaný počet otáček kolečka $N = 2,205$.

Výpočet:

- počet otočení hřídele motoru

$$n = N \cdot G = 2,205 \cdot 32 = 70,56$$

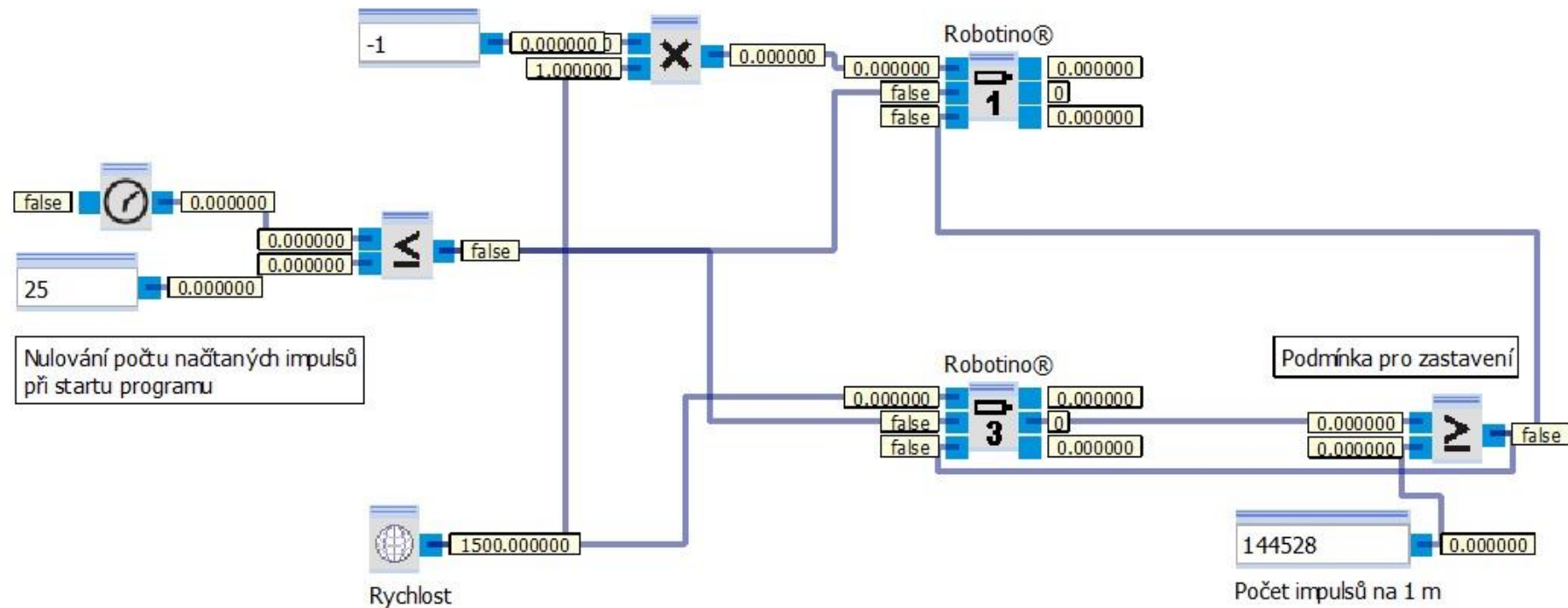
- počet přijatých impulsů

$$M = n \cdot K = 70,56 \cdot 2048 \cong \mathbf{144507} .$$

U obou předních motorů musíme napočítat 144 507 impulsů, abychom urazili s robotem dráhu jeden metr.

Dopředu o 1 m

- Bez využití jednotky Omnidrive



Dopředu o 1 m

Polohování s jednotkou Omnidrive

- U jednotky Omnidrive neodpovídá hardwarový kinematický model robotu plně skutečnosti. Model předpokládá, že kolečka jsou uspořádána přesně symetricky s úhlem 120° a že kolečka jsou vyrovnána s osou otáčení přesně pod úhlem 90° . Toto není ve skutečnosti přesně dosaženo.

Polohování bez jednotky Omnidrive

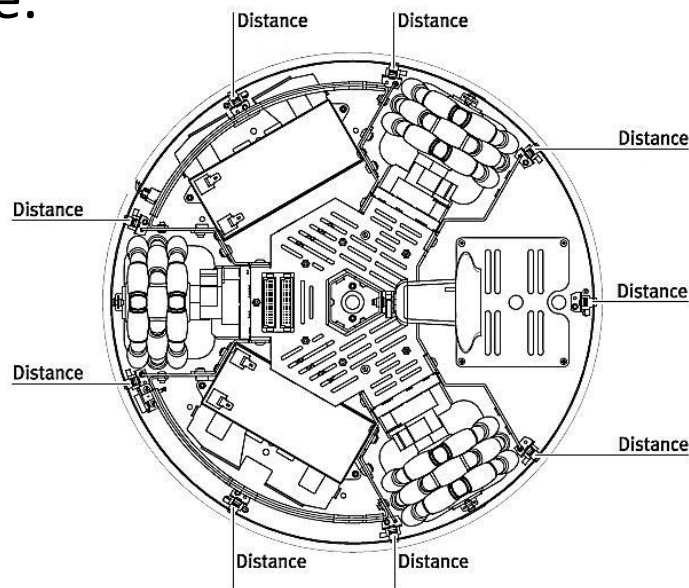
- U metody inkrementálního snímače je nepřesnost polohování způsobena výpočtovou dobou, časovou ztrátou v důsledku přenosu dat přes Wi-Fi, třecími ztrátami v závislosti na stavu podlahy, brzdným časem.

Pokud by měl AMR zastavit u nakládací stanice ve vzdálenosti například 8 cm je vhodné využít zpětné vazby => přesnější polohování s využitím IR senzorů

IR snímače

Robotino obsahuje 9x infračervený difuzní snímač vzdálenosti (po 40°)

Pokud má být robot umístěn tak, aby jeho přední strana směřovala k nakládací stanici, je potřeba využít snímač č.1. Ostatní snímače nejsou nutné.

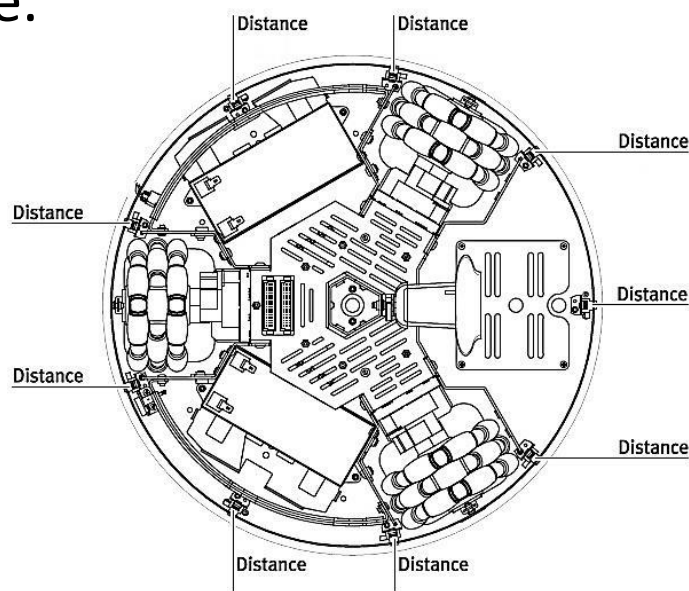


I [cm]	U V	I [cm]	U[V]	I [cm]	U V	I [cm]	U[V]
1	1,90	11	1,08	21	0,57	31	0,39
2	2,54	12	1,01	22	0,55	32	0,38
3	2,54	13	0,92	23	0,53	33	0,36
4	2,51	14	0,87	24	0,50	34	0,34
5	2,13	15	0,81	25	0,48	35	0,34
6	1,83	16	0,75	26	0,46	36	0,32
7	1,61	17	0,71	27	0,45	37	0,31
8	1,42	18	0,67	28	0,44	38	0,30
9	1,28	19	0,63	29	0,42	39	0,28
10	1,19	20	0,61	30	0,41	40	0,28

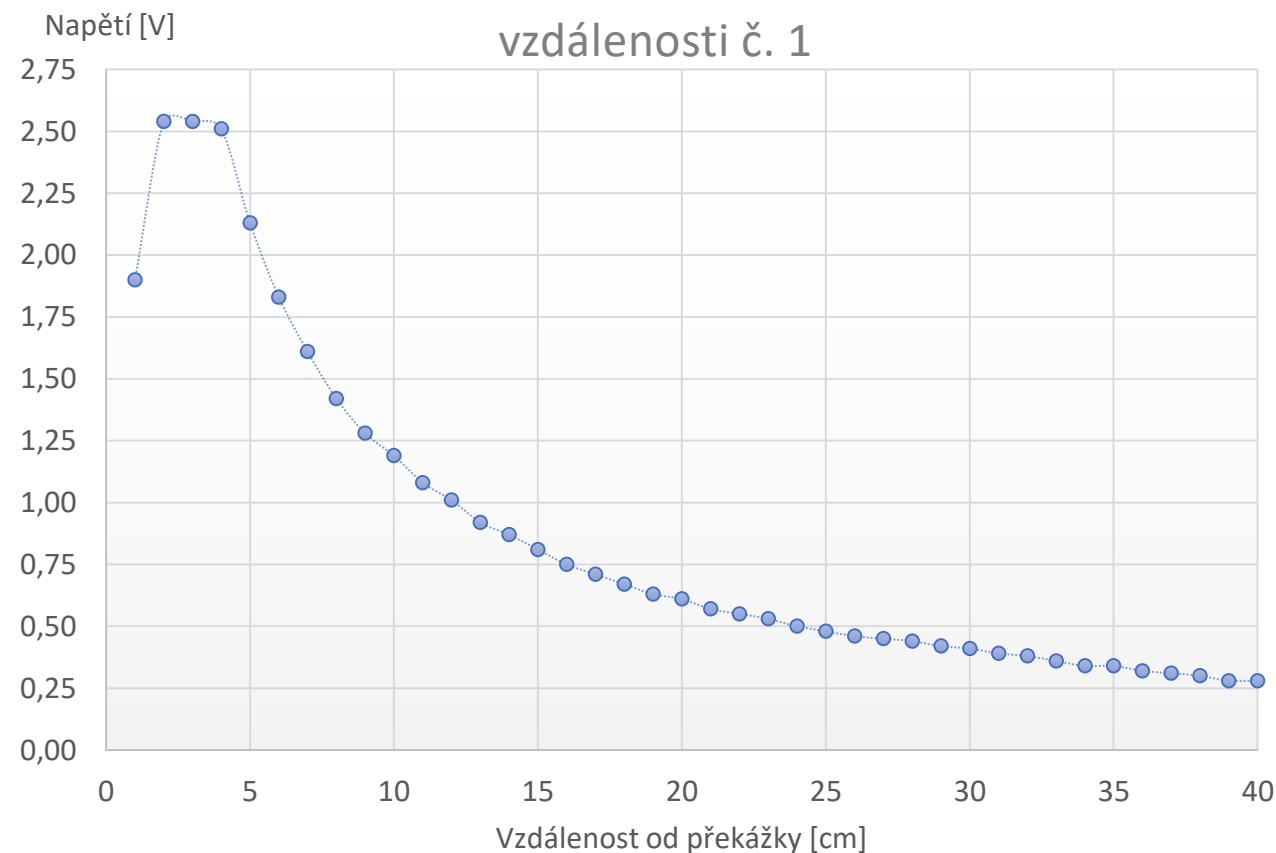
IR snímače

Robotino obsahuje 9x infračervený difuzní snímač vzdálenosti (po 40°)

Pokud má být robot umístěn tak, aby jeho přední strana směřovala k nakládací stanici, je potřeba využít snímač č.1. Ostatní snímače nejsou nutné.



Charakteristika infračerveného snímače
vzdálenosti č. 1



IR snímače

Linearizace charakteristiky v rozsahu 5 -10 cm

Vzorec pro linearizační přímku je:

$$d = k \cdot u + q$$

Naměřené hodnoty pro body B1 a B2:

$$\text{B1: } d_1 = 5 \text{ cm; } u_1 = 2,13 \text{ V}$$

$$\text{B2: } d_2 = 10 \text{ cm; } u_2 = 1,19 \text{ V}$$

Určení směrnice přímky:

$$\Delta d = d_2 - d_1 = 10 - 5 = 5 \text{ cm}$$

$$\Delta u = u_2 - u_1 = 1,19 - 2,13 = -0,94 \text{ V}$$

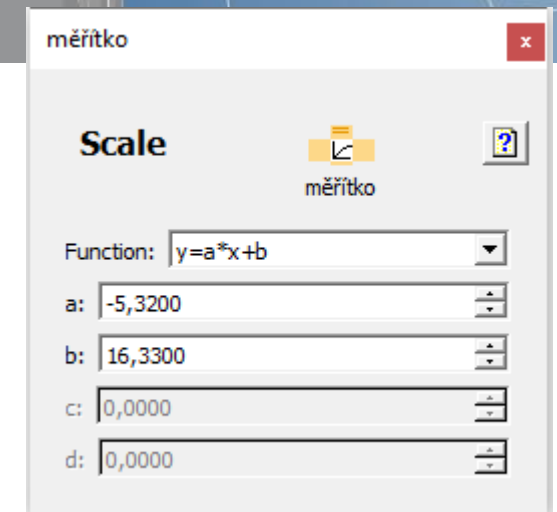
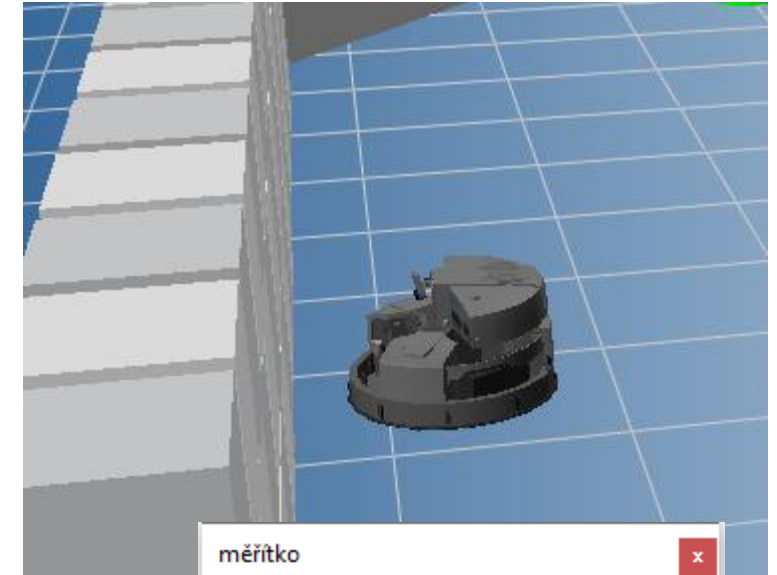
$$k = \frac{\Delta d}{\Delta u} = \frac{5}{-0,94} \cong -5,32 \text{ cm/V}$$

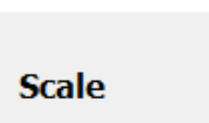
Určení posunu q:

$$q = d_1 - k \cdot u_1$$


$$q = 5 + 5,32 \cdot 2,13$$

$$q = 16,33 \text{ cm}$$





Scale

 měřítka

Function:

a:

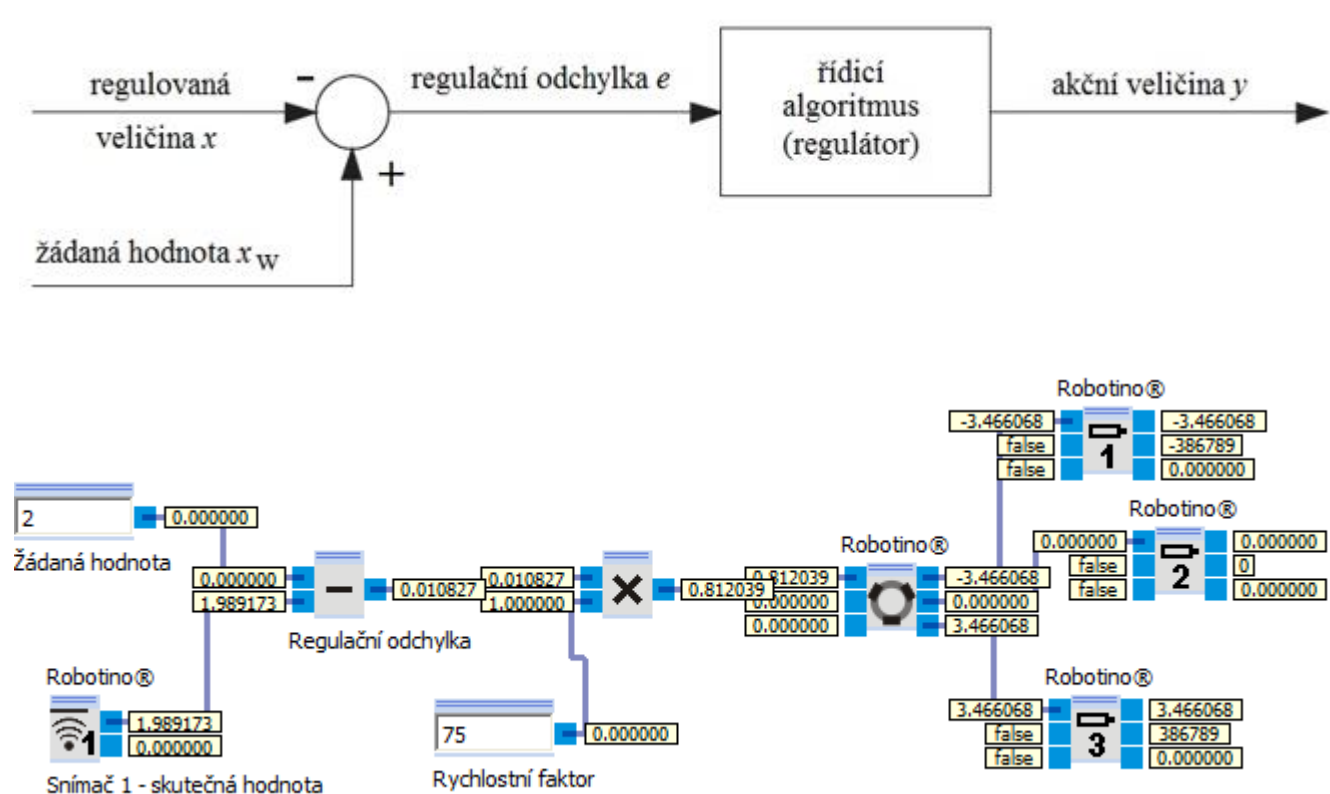
b:

c:

d:

17

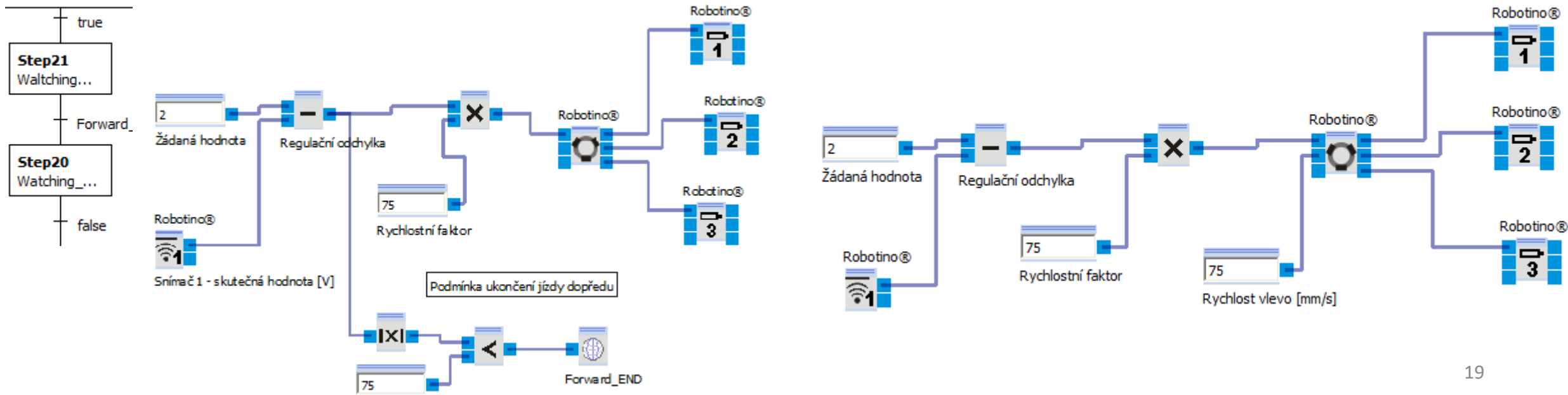
IR snímače – korekce vzdálenosti



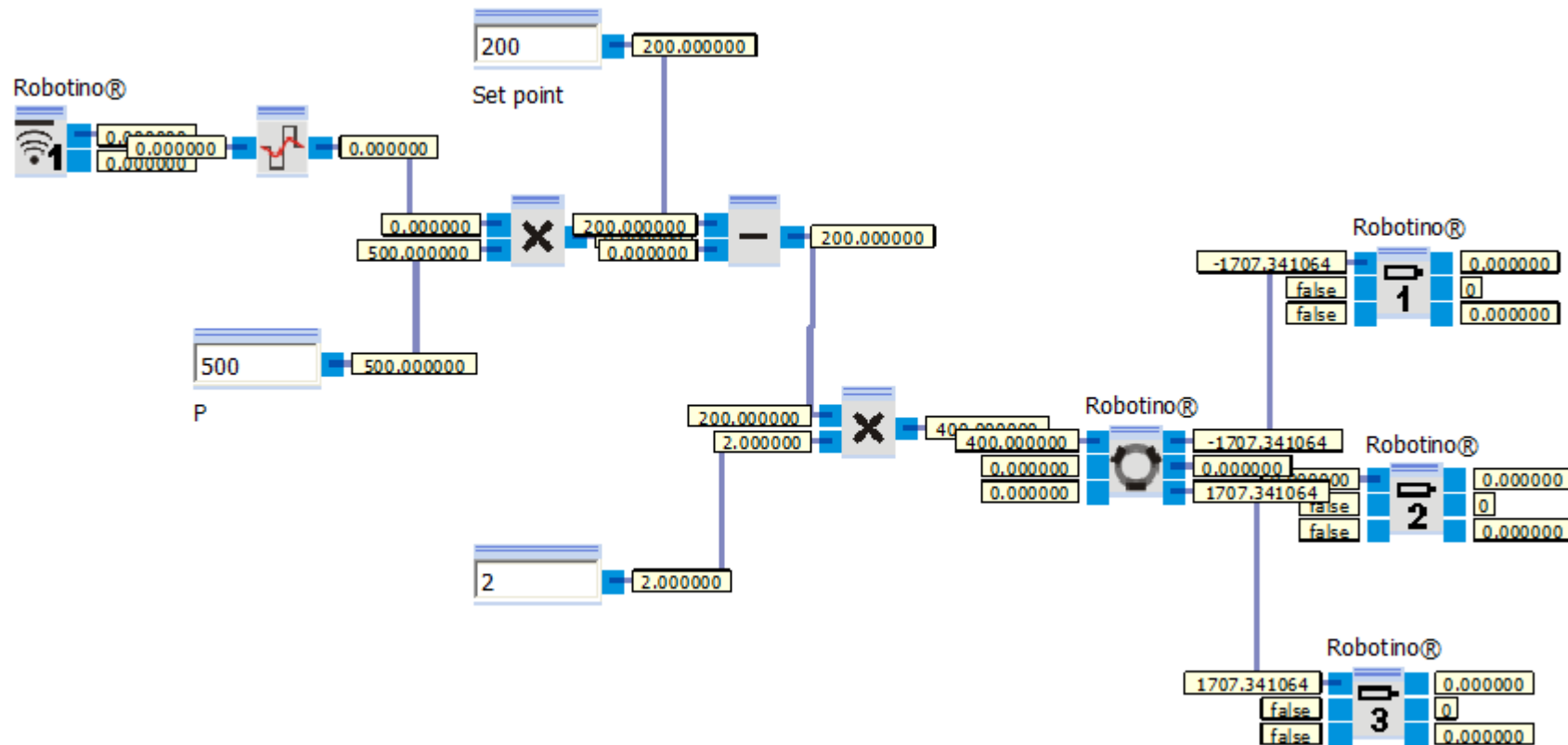
IR snímače – korekce vzdálenosti

Robotino se bude pohybovat podél zdi ve vzdálenosti 60 mm

Po startu se Robotino pohybuje směrem ke stěně, dokud nedosáhne vzdálenosti od stěny 60 mm. Poté se spustí druhý program a Robotino kopíruje zeď a je pořád natočeno „čelem“ ke zdi. Pokud Dojede do místa, kde je vlevo bariéra ve vzdálenosti 60 mm, pohybuje se směrem v pravo...

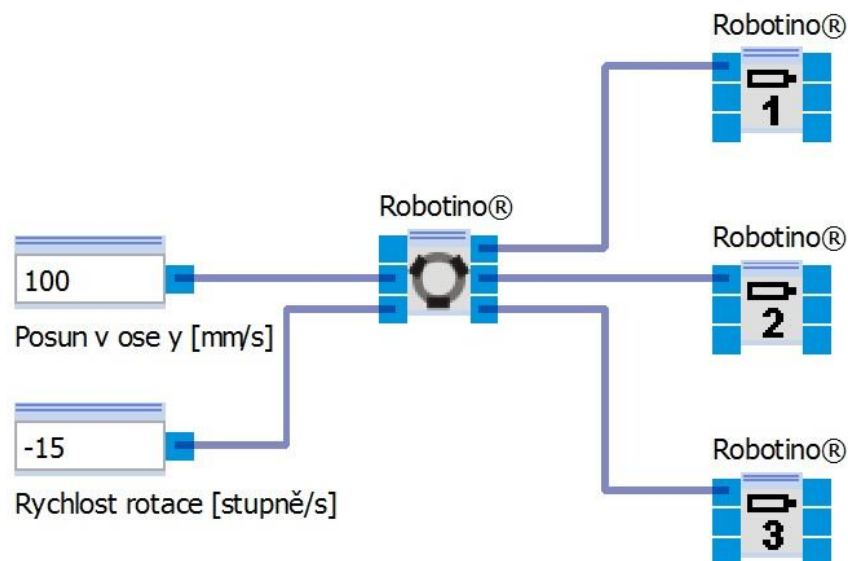


IR snímače – P regulátor



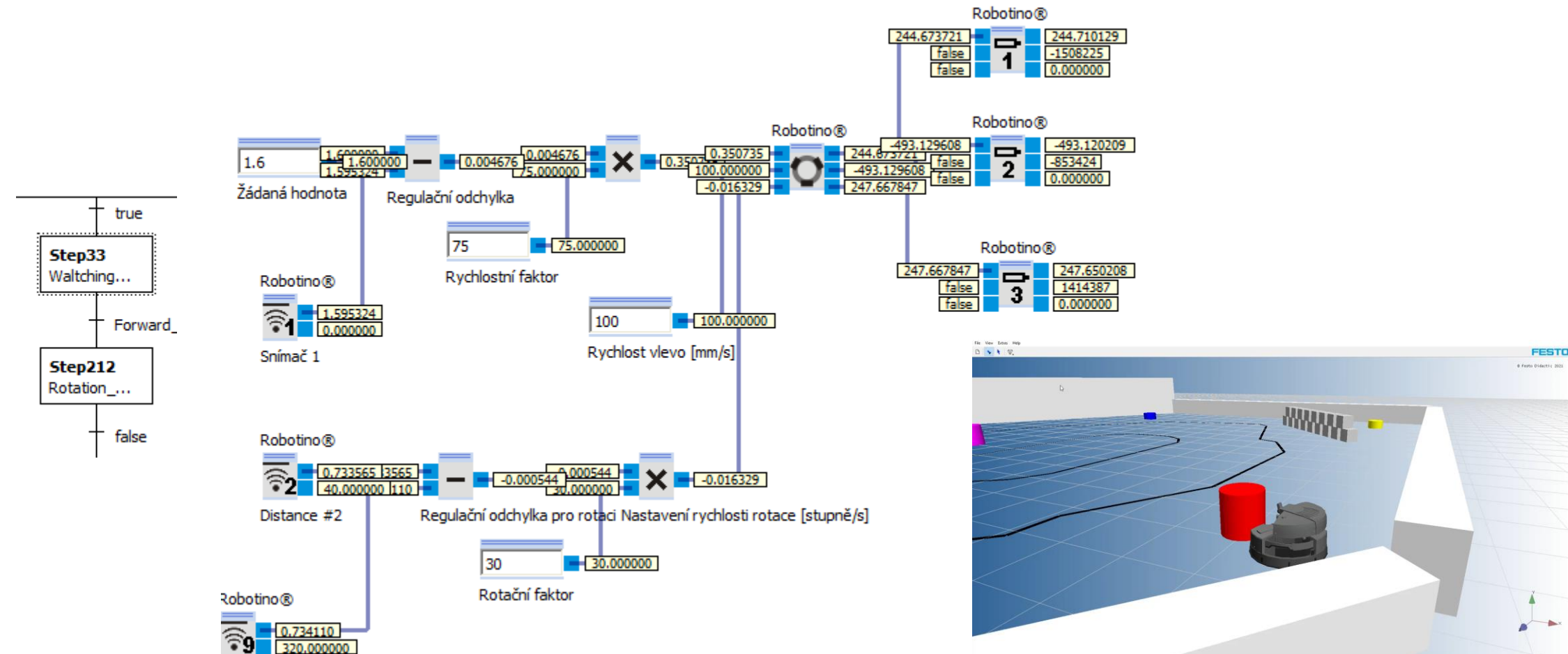
IR snímače – rotace okolo překážky

Pro rotaci robotu kolem překážky jsou zapotřebí 3 stupně volnosti. Robotino jede ve směru osy x a y až do zadané vzdálenosti od překážky (určené snímačem vzdálenosti č.1). Pro vytvoření kruhové dráhy robotu je zapotřebí rotace kolem osy z. Abychom zajistili, že se robot nebude otáčet kolem vlastní osy, ale kolem překážky, musí kromě rotace ještě pokračovat v jízdě v ose y.



Kolmá vzdálenost od překážky je sledována pomocí infračerveného snímače vzdálenosti č. 1. Odchylna v orientaci robotu vzhledem k překážce je kontrolována pomocí snímačů vzdálenosti č. 2 a 9.

IR snímače – rotace okolo překážky



Optické snímače

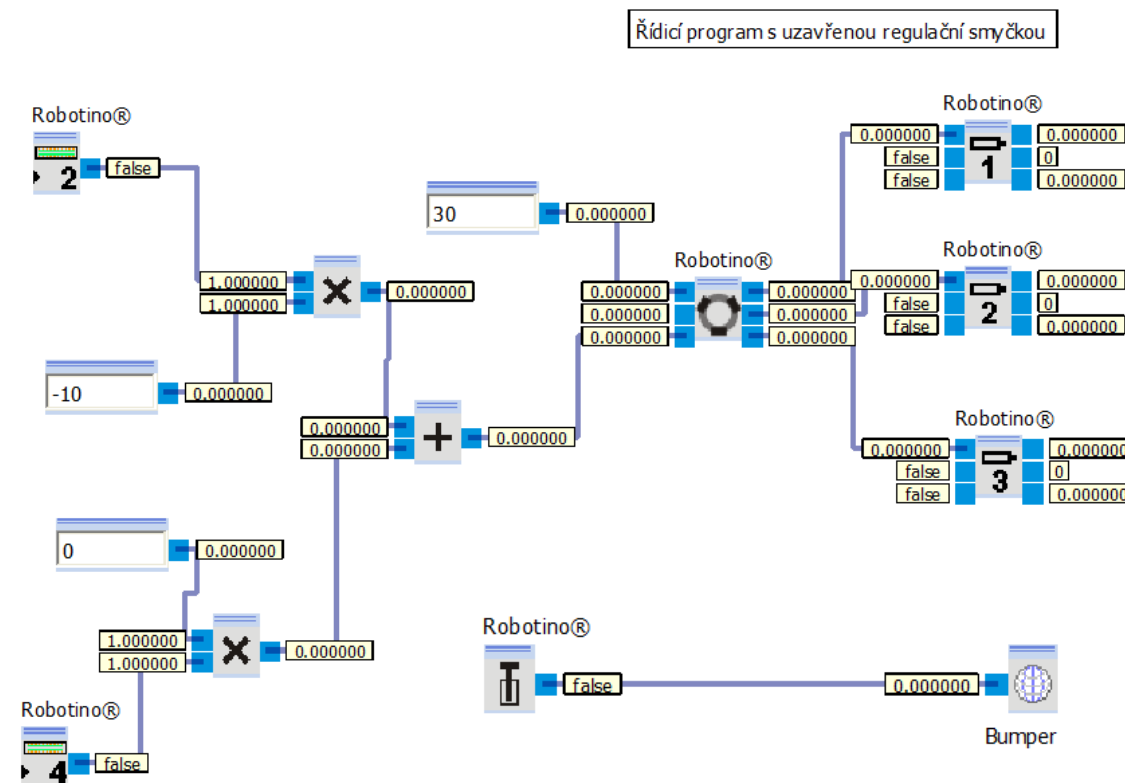
Pokud je Robotino ve správné posici:

- Oba snímače detekují podlahu. => Robotino jede dopředu => Když jeden ze snímačů detekuje čáru, jízda dopředu je přerušena.

Robotino se odchyluje vlevo od správné polohy vzhledem k čáře:

- Pravý snímač zjistil čáru. => Robotino se otáčí ve směru hodinových ručiček => Když pravý snímač detekuje podlahu, je otáčení přerušeno.

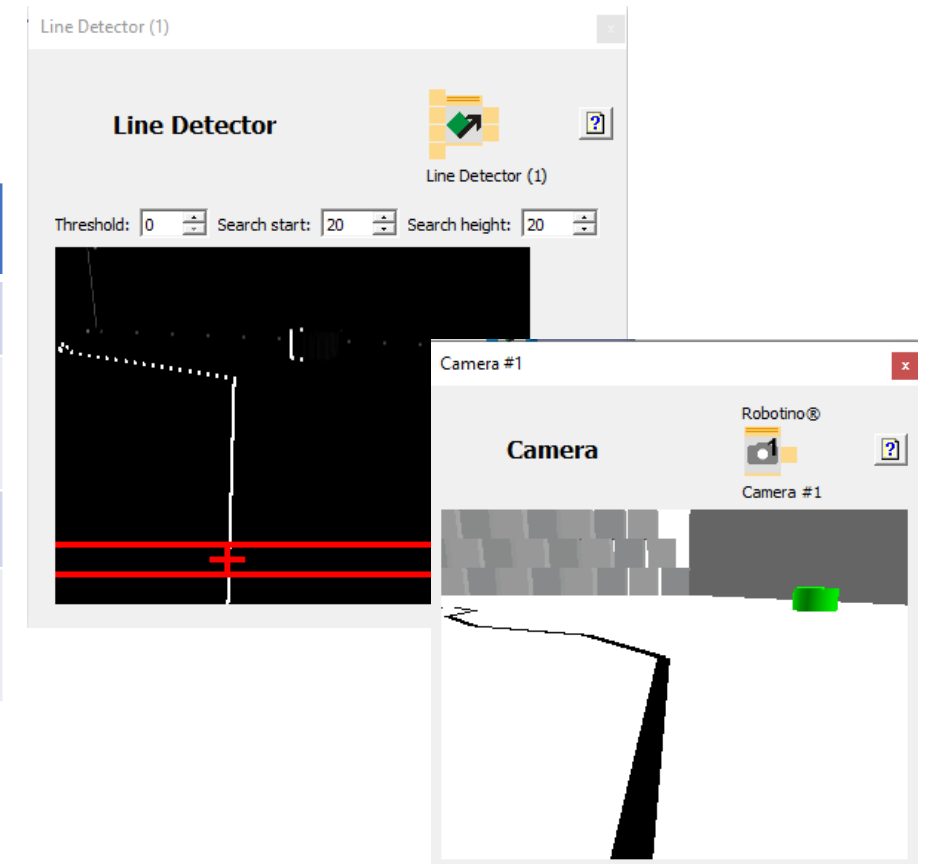
Situace	DI1	DI2	DI3	DI4
Robotino se nachází přímo nad černou linkou. Oba snímače snímají světlou podlahu.	1	0	1	0
Robotino se odchyluje vlevo od správné polohy vzhledem k lince. Pravý snímač je nad černou linkou.	0	1	1	0
Robotino se odchyluje vpravo od správné polohy vzhledem k lince. Levý snímač je nad černou linkou.	1	0	0	1



Sledování čáry pomocí – web kamery

FB Detektoru čáry

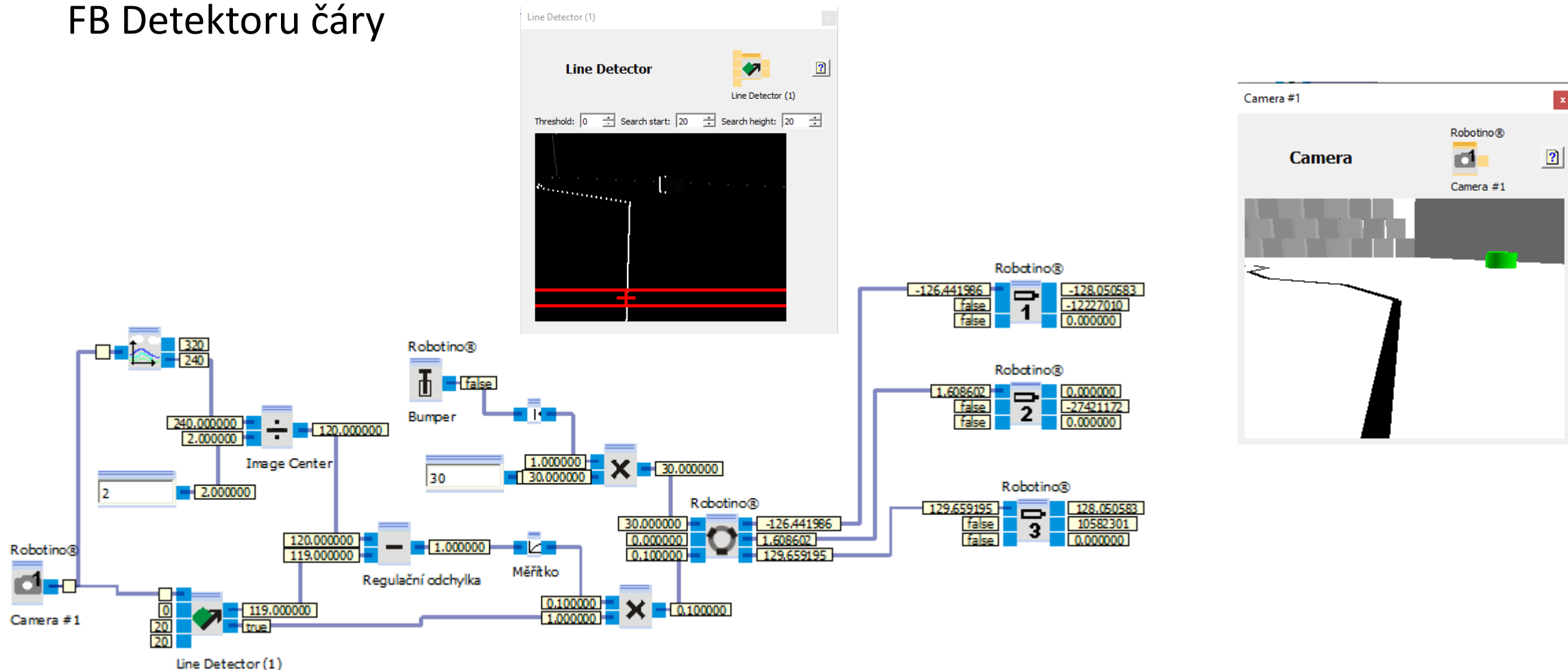
Vstupy	Datový typ	Přednastavená hodnota	Popis
Input	Image	0	Vstupní obraz
Threshold value	int	20	Definuje citlivost detekčního algoritmu vzhledem k šumu v obrazu. Čím vyšší hodnota, tím více je potlačován šum. Rozsah 0 ... 255.
Search start	int	20	Hledání čáry začíná od spodního řádku se zadanou hodnotou.
Search height	int	---	Snímek se prohledává po jednotlivých řádcích odspodu nahoru. Hodnota udává počet obrazových čar, které jsou brány v úvahu pro detekci čáry.



Výstupy	Datový typ	Popis
X	int	Posice x pro detekovanou čáru ve vyhledávacím okně.
Line found	bool	Potvrzení nalezení čáry v obrazu (true = čára nalezena; false = nenalezena).

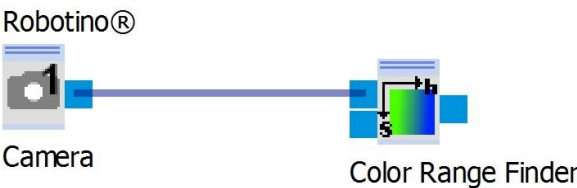
Sledování čáry pomocí – web kamery

FB Detektoru čáry



Hledání barevného objektu – web kamera

FB Camera
 FB Color range finder (vyhledávač barev)
 FB segment tracker (sledovač segmentů)



Výstup	Použití ve funkčním blokovém diagramu
X	Souřadnice x hlavního ohniska detekovaného segmentu. Tento výstup se používá pro navigaci. Robotino se naviguje na hlavní ohnisko segmentu.
Y	Souřadnice y hlavního ohniska detekovaného segmentu. Tento výstup není vyhodnocován, poněvadž není vyžadováno stanovení výšky.
Area	Počet pixelů, ze kterých se detekovaná čára skládá. Tento výstup je možno použít pro hrubý odhad vzdálenosti.
V _x	Počet pixelů, o který se sledovaný segment posunul od posledního časového období. Kladný počet = pohyb doprava; záporný počet = pohyb doleva.
V _y	Počet pixelů, o který se sledovaný segment posunul od posledního časového období. Kladný počet = pohyb dolů; záporný počet = pohyb nahoru.
Num of segments found	Počet detekovaných segmentů.
Output	Výstup obrázku ve stupních šedi s informacemi o nalezených segmentech.

Hledání barevného objektu – web kamera

FB Camera

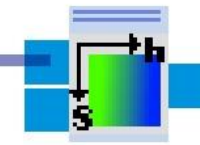
FB Color range finder (vyhledávač barev)

FB segment tracker (sledovač segmentů)

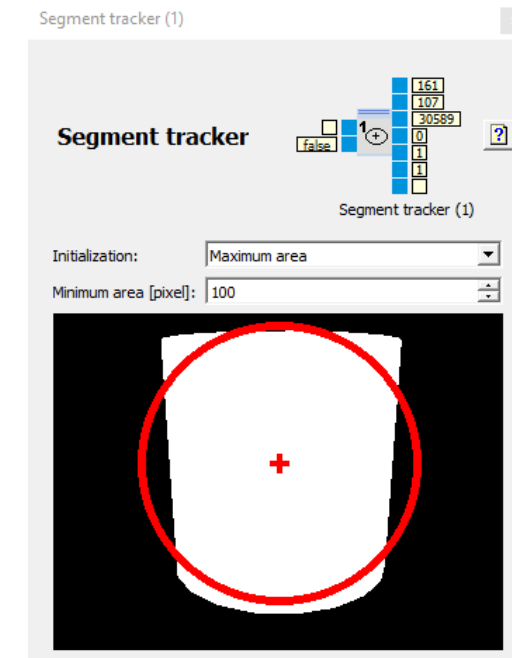
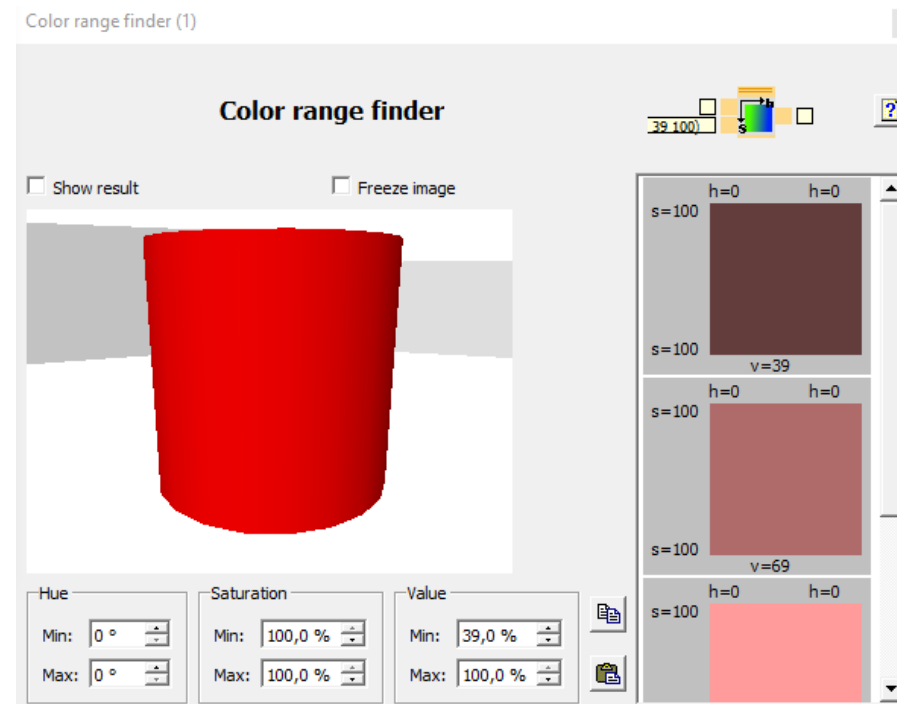
Robotino®



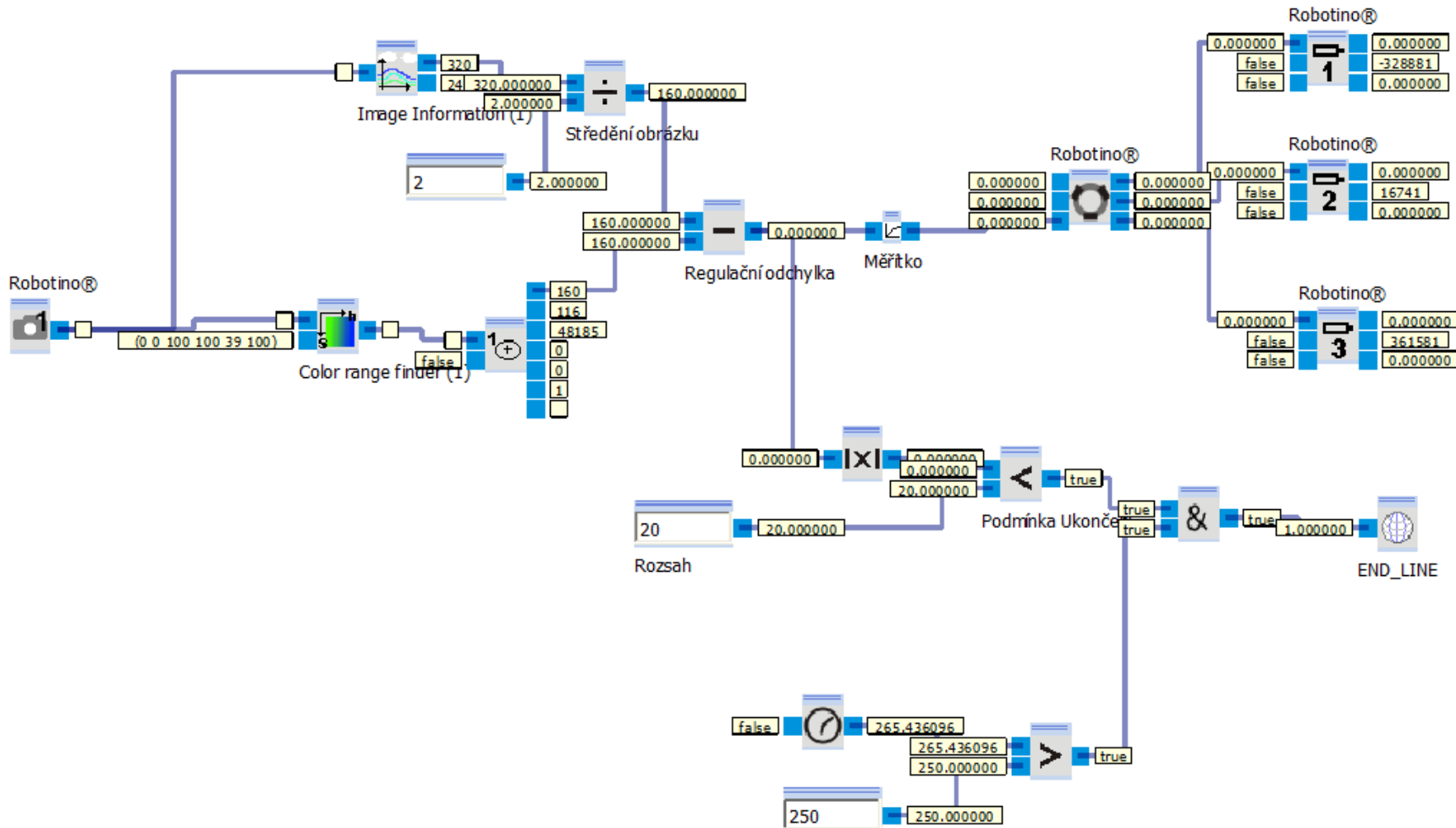
Camera



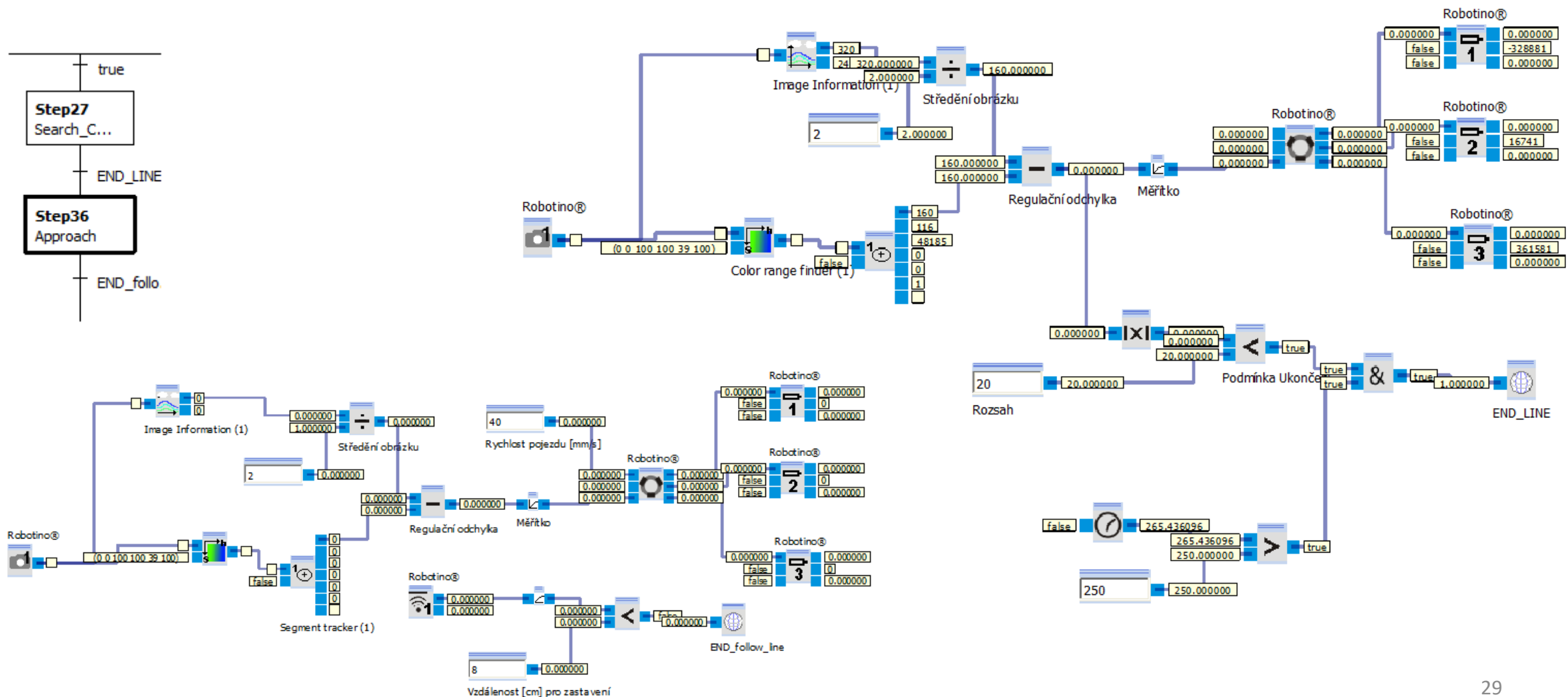
Color Range Finder



Hledání barevného objektu – web kamera



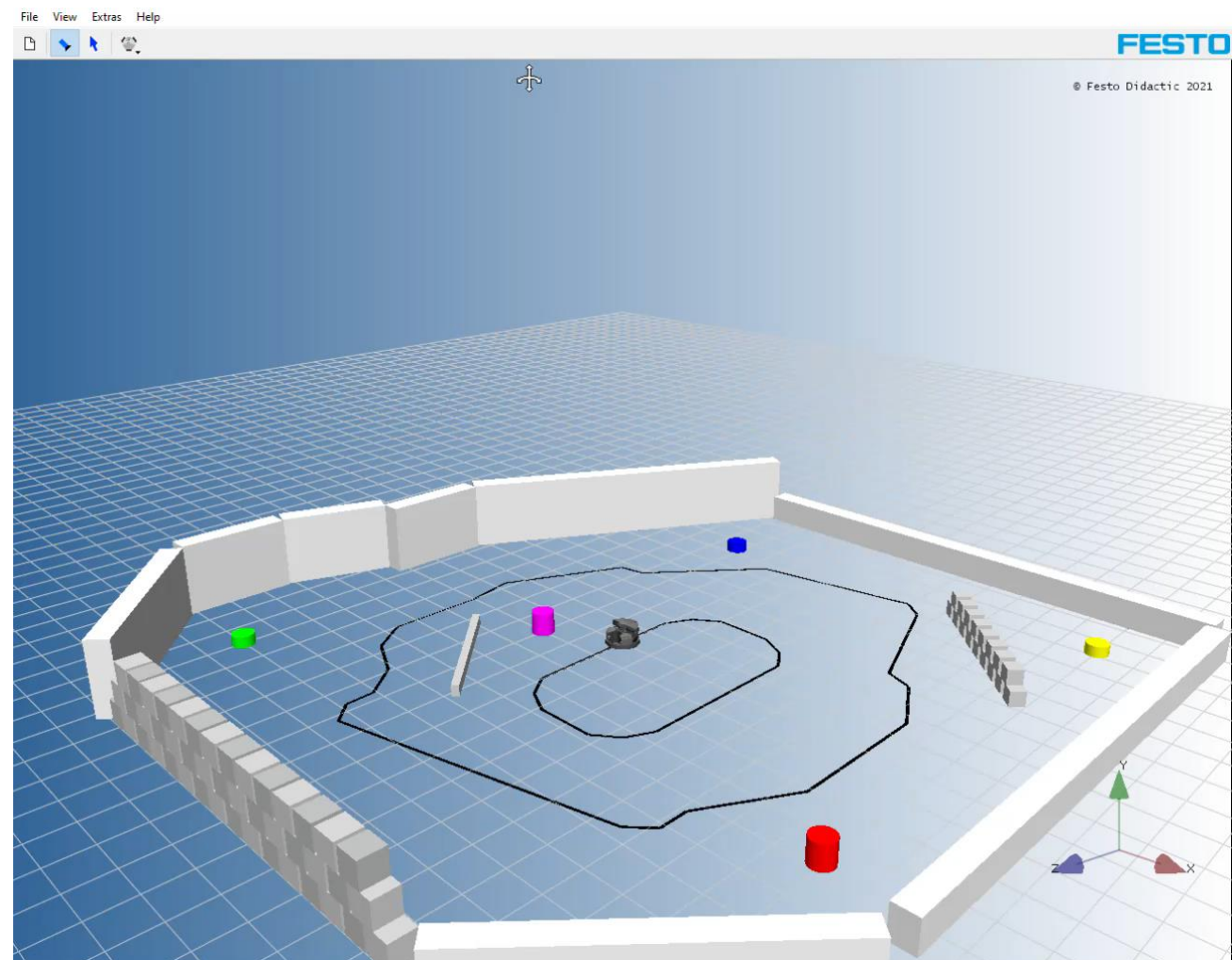
Hledání barevného objektu – web kamera



Závěr

Na základě této prezentace, a jednotlivých vysvětlených částí byl vytvořen program, kde je využívána kombinace většiny těchto dovedností pro autonomní pohyb Robotina.

Programování Robotina v prostředí Robotino VIEW je jednoduché a velmi názorné pro pochopení funkčnosti jednotlivých snímačů a jejich využití v autonomní mobilní robotice. Velmi dobrou zprávou je, že jak robotino VIEW, tak Robotino SIM Demo, ve kterém probíhá simulace naprogramovaného Robotina je zcela zdarma. Omezení je akorát u robotino SIM Demo, kde nejde vytvářet nové mapy. Ale úvodní mapa je dostatečná pro vyzkoušení většiny funkčních bloků.



Děkuji za pozornost

