STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Pneumatické ovládání zachlazovací vany řízení elektrické DC 24V

Hošek Ondřej

Písek 2013

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou práci vypracoval (a) samostatně a použil (a) jsem pouze podklady (literaturu, projekty, SW atd.) uvedené v přiloženém seznamu. Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Písku dne *podpis:.....*

Obsah

1. Úvod 2
2. Princip zachlazovací vany 2
2.1 Seznámení s problematikou a technologií lití 2
2.2 Poznámka k pneumatickému pohonu 4
3. Návrh pneumatického řízení, pneumatické ovládání pracovní plošiny zachlazovací vany 5
3.1 Seznam použitých prvků: 5
3.2 Schéma zapojení: 5
3.3 Popis instalovaných prvků: 6
3.4 Rozvaděč 6
3.5 Způsob ovládání rozvaděče 7
3.6 Monostabilní a bistabilní ventily 7
3.7 Přímé a nepřímé ovládání ventilů 7
3.8 Pneumatický motor 7
3.9 Přímočarý pneumotor 8
3.10 Základní vzorec pro výpočet síly na pístu 8
3.11 Dvojčinný přímočarý pneumotor (dvojčinný válec) 9
3.12 Zpětný škrticí ventil 9
4. Popis funkce pneumatického řízení pracovní plošiny: 10
4.1 Návrh velikosti pneupohonu 10
4.2 Výpočet 11
5. Návrh elektrické části řízení 13
5.1 Rozvaha elektrické konstrukce 13
5.2 Ovládací prvek volba druhu programu 13
5.3 Ovládací prvek manuální pohyb 14
5.4 Signalizační prvek 14
5.5 Umístění 14
5.6 Napájení 15
5.7 Programovací automat 15
5.8 Ostatní prvky 16

6. Rozpiska součástek: 18
6.1 Pneumatické prvky 18
6.2 Elektrické komponenty – osazení do rozvaděče BUHLLER 18
6.3 Elektrické komponenty – prezentační panel 19
7. Seznámení s programovacím automatem Comat BoxX 21
8. Vlastní vývoj programu pro programovací automat Comat BoxX 22
8.1 Kroky programu: 23
8.2 Přiřazení vstupů a výstupů 24
9. Programové prostředí softwaru QuickII 25
9.1 Stavba programu 25
9.2 Průběh programu při volbě PROGRAM – B 31
9.3 Průběh programu při volbě PROGRAM – C 37
9.4 Průběh programu při volbě PROGRAM – A 45
10. Závěr 54
10.1 Poznámka 56
11. Přílohy 57
Rozpočet 61

1. Úvod

Moderní výroba tenkostěnných hliníkových odlitků stále klade vyšší nároky na ekonomiku výroby, kvalitu a technické parametry výrobků. Dosažení požadovaných parametrů hliníkových odlitků lze částečně zajistit řízenou tepelnou úpravou. Vznikl požadavek na výrobu zařízení, které by tento problém pomohl vyřešit. Konstruktéři ve spolupráci s technology zkonstruovali zachlazovací vanu. Můj úkol spočívá v navržení a výrobě řízení toto zařízení.

2. Princip zachlazovací vany

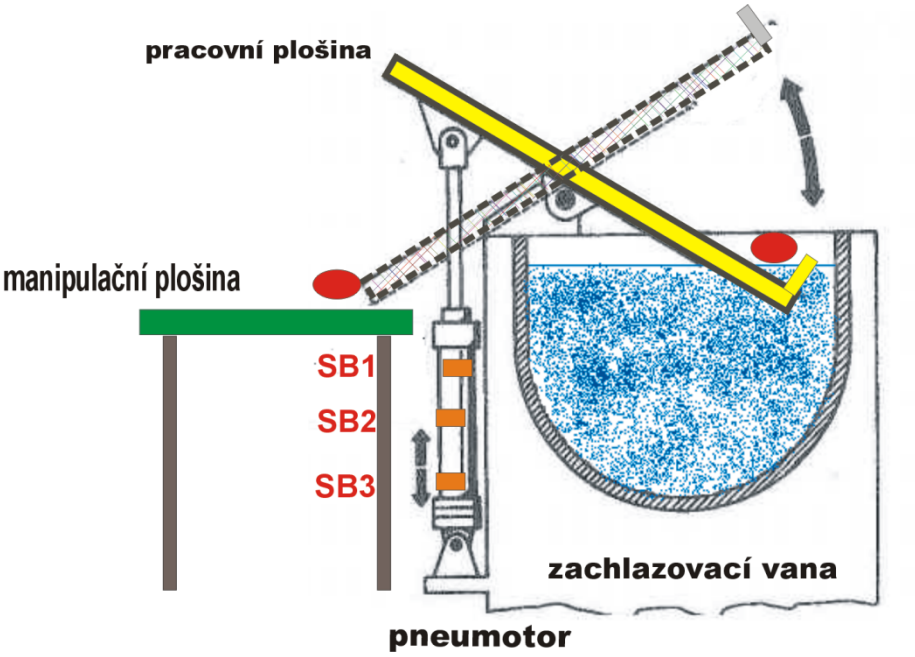
Abych mohl navrhnout a vytvořit řídicí systém pro toto zařízení, musím nejprve pochopit funkci, důvod a použití zachlazovací vany.
Z důvodu dosažení požadovaných parametrů hliníkových odlitků byla technologií navržena jejich řízená tepelná úprava.
Zařízení bude součástí licího pracoviště a umožní ochlazení a přesunutí odlitku vyrobeného z hliníkové slitiny. Odlitek je vynesen vyjimacím zařízením (PICMAT, KAVASAKI) z vysokotlakého vertikálního lisu.

2.1 Seznámení s problematikou a technologií lití

Do komory vysokotlakého lisu se vlije tekutá slitina hliníku. Teplota tekutého kovu je 680 °C až 730 °C. Teplota závisí na velikosti a složitosti tvaru odlitku. Po určité době (zpoždění lisování) dojde ke vtlačení tekutého kovu do formy. Ve formě dojde ke ztuhnutí kovu. V této chvíli se teplota odlitku pohybuje pod bodem, kdy je kov tekutý, což je pod 650 °C. Následuje otevření formy a mezi formu vjíždí vyjímací robot, který uchopí odlitek a vynese jej mimo lis. V tomto cyklu se teplota odlitku pohybuje kolem 560 °C až 600 °C. Odlitek je následně

obsluhou lisu za pomoci kleští uložen, kde musí vychladnout přibližně na 40 °C, aby jej bylo možno dále opracovávat (ostřihovací lis).

Právě v této části technologie je zařazena zachlazovací vana. Ta plní dva úkoly. První úkol je odlitek zachladit na teplotu 40 °C, tím se zkrátí doba a zefektivní se výroba. Druhým úkolem je popouštění nebo rychlé ochlazení odlitku. To má za následek zlepšení mechanických vlastností výrobku. Proces chladnutí má své technologické požadavky. Stručně řečeno, každý typ odlitku vyžaduje jiný postup ochlazování. Jeden se musí nechat pomalu zchladnout na vzduchu na určitou teplotu a pak se prudce ochladí. Druhý se musí ihned prudce zchladit a jiný se nesmí vůbec prudce ochlazovat. Závisí to na tloušťce stěn, velikosti a složitosti tvaru. Teplota vody ve vaně je prakticky konstantní, je zde nucený oběh s chlazením.
Mechanická konstrukce zachlazovací vany se skládá z manipulační plošiny a pohyblivé pracovní plošiny, která zajišťuje přemístění odlitku do vodní nádrže s oběhem a chlazením a přesun na manipulační plošinu. Rovněž zajišťuje plnění technologických časů ochlazování.
Pohyb plošiny je zajištěn přímočarým pneumotorem, který je řízen elektromagnetickým pneumatickým ventilem. Jedna poloha elektroventilu přepustí tlak vzduchu pod píst, ten se vysouvá a plošina se pohybuje směrem dolů (do vany). Druhá poloha elektroventilu přepustí tlak vzduchu nad píst. Píst se zasouvá a plošina se pohybuje směrem nahoru (vyklápí odlitek na manipulační plošinu). Stav polohy plošiny je snímán přímo na pneumatickém válci bezkontaktními snímači. Pístnice je vybavena permanentním magnetem, který aktivuje snímače.



Obr. 1: Stavba zachlazovací vany

2.2 Poznámka k pneumatickému pohonu

V provozu se pohon pomocí lineárního pneumatického motoru jeví jako velmi poruchový. Je náchylný na tlak a kvalitu vzduchu. Stroj musí udělat několik tisíc cyklů za den, třecí plochy a těsnění v pístu a rozvaděči jsou enormně zatěžovány. Následkem toho vznikají časté poruchy, při kterých se musí měnit pneumatické součásti, a to má samozřejmě vliv na produkci a potažmo i na efektivitu výroby. Rovněž není zanedbatelná nestálost časových cyklů, které se mění úměrně s opotřebením pneumatických dílů.

V rámci zlepšení jsem navrhl výrobci a zadavateli použití pohonu elektromotorem (servopohonem), který je upevněn na hřídeli pracovní plošiny.

Touto úpravou bude zaručena stálost technologických časů, omezí se poruchovost stroje a prakticky se nezmění elektrické ovládání ani řízení.

Princip řízení je stejný, změna je jen v zapojení výstupních silových obvodů a v použití druhu a umístění snímačů polohy pracovní plošiny.

Poznámka: Toto řešení se již aplikuje v mateřské firmě Brabant Alucast v Holandsku.

3. Návrh pneumatického řízení, pneumatické ovládání pracovní plošiny zachlazovací vany

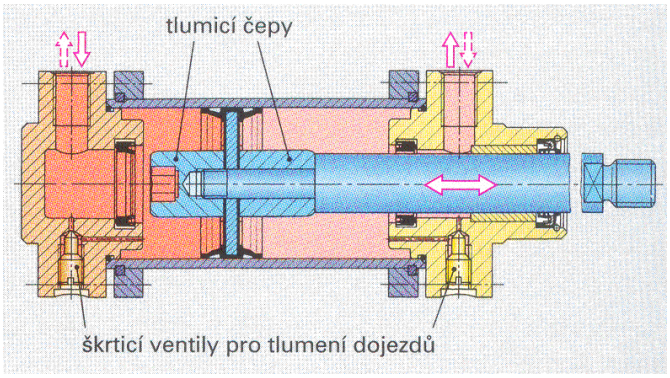
3.1 Seznam použitých prvků:

- dvojčinný přímočarý pneumotor s magnetem
- 5/3 rozvaděč ovládaný oboustranně s bistabilním ovládáním
- jednosměrný škrtící ventil
- koncový spínač SB1, SB2, SB3
- tlumič hluku

3.2 Schéma zapojení:

Obr. 2: Schéma pneumatického ovládání

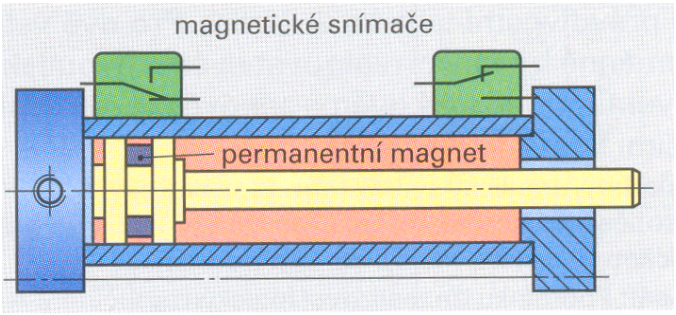
3.3 Popis instalovaných prvků:



Obr. 3: Lineární pneumatický motor [2]

Druh pohonu

K pohonu pracovní plošiny je zvolen lineární pneumatický motor (Obr. 3).



Magnetické snímače na pneumatickém válci

Ovládání dvojčinného pneumotoru rozvaděčem se snímáním obou koncových poloh pístnice (Obr. 4).

Obr. 4: Snímáním poloh pístnice [2]

3.4 Rozvaděč

Rozvaděč je zařízení pro řízení proudících médií (tlakový vzduch). Je zobrazován jako obdélník složen z několika čtverců. Počet čtverců udává počet funkčních stavů (poloh). Značení rozvaděčů má tvar **x/y**, kde **x** udává počet připojení a **y** počet funkčních stavů. Pomocí čar a šipek uvnitř čtverců je určen počet a propojení přípojů. Směr šipky udává možný směr průtoku v rozvaděči. Příčné čáry znamenají uzavření.

3.5 Způsob ovládání rozvaděče

Elektrické ovládání - elektromagnet s jedním vinutím.

3.6 Monostabilní a bistabilní ventily

Monostabilní ventily se po zrušení signálu pro ovládání **okamžitě vrátí** do výchozí polohy. Signál pro ovládání ventilu (elektrický, mechanický, manuální atd.) musí trvat po celou dobu jeho přestavení do požadované polohy. Tento ventil nemohu využít, použiji proto ventil

bistabilní, který nemá žádnou definovanou výchozí polohu. Pro jeho ovládání jsou třeba dva na sobě nezávislé impulzy. Bistabilní ventil **zůstane po přestavení v poloze**, která odpovídá poslednímu impulzu pro jeho přestavení.

3.7 Přímé a nepřímé ovládání ventilů

Přímo ovládané ventily jsou takové ventily, u kterých tlačítko, kladka, nebo kotva elektromagnetu přímo přestavují funkční prvek sedlového ventilu, nebo šoupátko. Přímé ovládání se používá u ventilů malých světlostí, protože se zvyšující se světlostí roste i síla, potřebná k jejich přestavení. U nepřímo ovládaných ventilů slouží k přestavení funkčního prvku sedlového ventilu, nebo šoupátka, malý 3/2 ventil, který po přestavení vzduchem přestaví funkční prvek sedlového ventilu, nebo šoupátko. Síly potřebné k přestavení ovládacího 3/2 ventilu jsou velmi malé, ve srovnání se silami k přestavení přímo ovládaných ventilů.

3.8 Pneumatický motor

Pneumatický motor je zařízení, ve kterém se pneumatická energie tlakového vzduchu přeměňuje na jiný druh energie, zpravidla na mechanickou.

Podle působení vzduchu na pohyblivou část motoru je rozdělujeme na:

- motory s pohybem rotačním
- motory s pohybem přímočarým (pneumatické válce - pneumotory)

Základní konstrukční provedení pneumotorů:

- přímočaré jednočinné pneumotory s vratnou pružinou

- přímočaré dvojčinné pneumotory s brzděním v koncových polohách
- přímočaré membránové pneumotory
- vlnovce
- rotační lamelové motory

3.9 Přímočarý pneumotor

Přímočarý pneumotor se používá k pohonu zachlazovací vany.

U přímočarých pneumotorů působí tlak vzduchu přímo na píst. Přestavná síla závisí na velikosti tlaku a ploše pístu.

Každý přímočarý pneumotor se skládá ze tří základních částí:

- těleso válce
- pístnice
- píst

3.10 Základní vzorec pro výpočet síly na pístu

$\mathbf{F = p \cdot S}$ (N, Pa, m²)

– *kde:* **F** – síla pístu

p – tlak na píst

S – plocha pístu

Skutečná síla na pístu zahrnuje ztráty způsobené třením, zmenšenou plochu ze strany pístnice a u jednočinných pneumotorů sílu pružiny pro vratný pohyb. Dalším důležitým parametrem u

přímočarých pneumotorů je zdvih, tj. délka vysunutí pístnice při pohybu dopředu či zpětném pohybu.

3.11 Dvojčinný přímočarý pneumotor (dvojčinný válec)

U dvojčinného přímočarého pneumotoru lze přiváděným médiem dosáhnout pohybu výstupního členu v obou směrech. Tím se může na pístu vyvodit síla jak při vysouvání, tak při zasouvání. Délka zdvihu je omezena vzpěrnou pevností pístnic a jejich průhybem.

Dvojčinné motory se vyrábí v provedení s tlumením v koncových polohách nebo bez tlumení.

Tlumení zabraňuje rázům vzniklým setrvačnou silou při dojezdu do koncových poloh. Velikost rázů je závislá na hmotnosti pístu a pístnice a na zatížení na pístnici zvenku.

Použití dvojčinných pneumotorů:

- tam, kde je potřeba, aby oba zdvihy byly pracovní

3.12 Zpětný škrticí ventil

Zpětný škrticí ventil má dvě funkce. V jednom kanálu (směru průtoku) je zpětný ventil, v druhém kanálu se může ovládacím prvkem z vnějšku zašroubovat nebo vyšroubovat kuželový hrot a tím zmenšovat nebo zvětšovat průtočné množství přes ventil. Zpětné škrticí ventily se nejčastěji používají v systémech s dvojčinnými pneumotory, se seškrcením na výstupu z válce. Pouze v odůvodněných případech se použije ventil se škrcením na vstupu válce. Škrticí ventily se v pneumatických obvodech používají k řízení velikosti průtoku vzduchu. Změnou velikosti průtoku do pneumotoru se řídí u přímočarého pneumotoru rychlost.

4. Popis funkce pneumatického řízení pracovní plošiny:

Dvojčinný přímočarý pneumotor je řízen signály 5/3 cestním ventilem s vratnou pružinou do střední polohy. Ovládací napětí musí být stálé. V klidové poloze jsou všechny přípojky uzavřeny.

Po příchodu napětí, z výstupu programovatelného automatu na cívku elektromagnetu **1M1**, vyjíždí pístnice pneumotoru regulovanou rychlostí do přední polohy. Po dosažení přední polohy sepne koncový spínač **SB1**. V této poloze zůstane tak dlouho, dokud z výstupu programovatelného automatu nepřijde napětí na cívku elektromagnetu **1M2**. Pak se pístnice vrátí regulovanou rychlostí do výchozí polohy, kde sepne koncový spínač **SB3**. Pístnici ještě sleduje koncový spínač **SB2**, který se chová jako koncový spínač **SB1** nebo koncový spínač **SB3,** v závislosti na požadavku řídícího programu. Koncový spínač **SB2** určuje základní polohu pracovní plošiny.

4.1 Návrh velikosti pneupohonu

K zaručení správného silového účinku je důležitá správná volba velikosti pohonu. Hmotnost pohybujících se částí pak ovlivňuje návrh potřebné velikosti válce.

Síla vyvinutá pneumatickým válcem.

Sílu, kterou vyvine pneumatický válec, určuje plocha pístu, daná jeho průměrem, tlakem vzduchu a odporem, způsobeným třením vedení a těsnění pístu a pístnice.

Lineární pneumatické motory – pneumatické válce mají podle doporučení normy ISO 4393 a 487 R10 tyto průměry:

8, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 140, 160, 200, 250 a 320 mm

U dvojčinných pneumatických válců platí při vysouvání pístnice:

$$F_{vys} = D^2 \times \pi/4 \times p$$

D - průměr pístu (m)

a při zasouvání pístnice:

$$F_{zas} = [(D^2 \times \pi/4) - (d^2 \times \pi/4)] \times p$$

d - průměr pístnice (m)

Dále zjistím teoretický průměr dvojčinného pneumatického válce.

4.2 Výpočet

Válec musí vyvinout sílu 700 N. Tuto sílu jsem zjistil měřením pomocí siloměru. Pracovní plošinu jsem zavěsil v bodě nad čepem budoucího pístu na siloměr a plošinu jsem táhnul směrem vzhůru (tím byl simulován krok vyklápění odlitku na manipulační plošinu). Na siloměru jsem odečetl 650 N. K tomuto jsem ještě připočetl váhu sestavy odlitků (max. 5 kg), při tlaku vzduchu 0,6 MPa. Toto je stálý tlak v rozvodu vzduchu ve výrobní hale.

Síla při vysouvání pístnice:

$$F_{vys} = D^2 \times \pi / 4 \times p$$

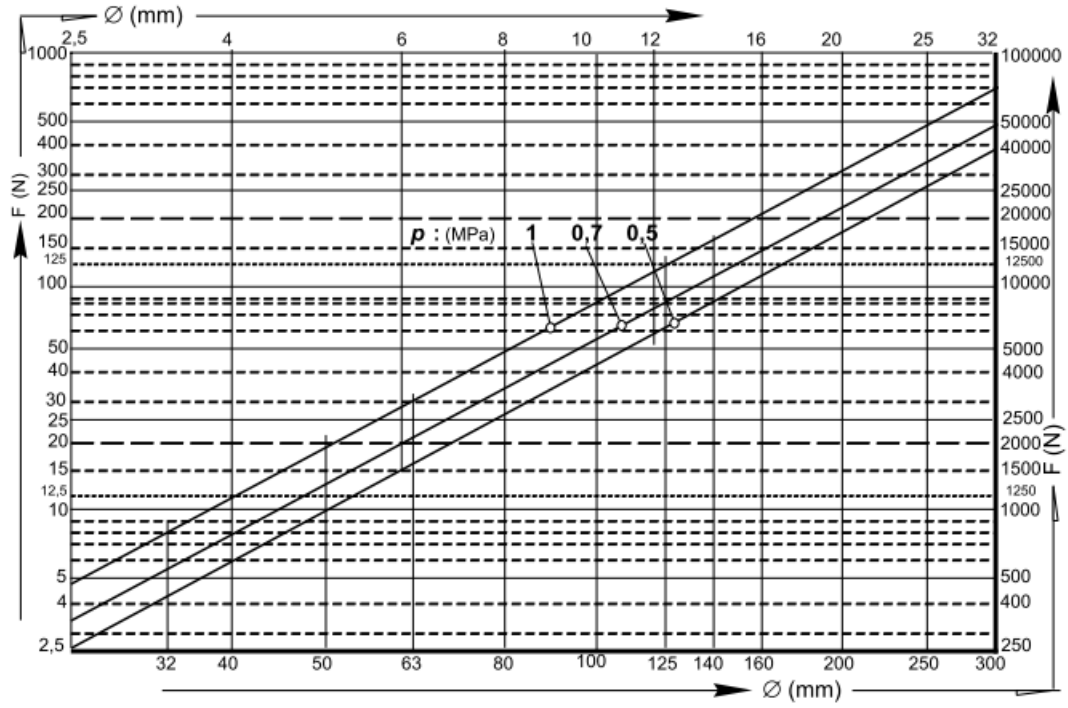
Z výše uvedeného vzorce vypočítáme teoretický průměr pneumatického válce:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times F_{vys}}{\pi \times p}} = \mathbf{38{,}54\ mm}$$

Účinnost pneumatického válce je 80 - 95 %, proto vždy volíme nejbližší průměr vyráběného pneumatického válce.

80 % je D = 48,17 mm

95 % je D = 40,57 mm



Z tabulky si ověřím teoretickou sílu válce D = 40 mm a D = 50 mm při tlaku 0,6 MPa.

Obr. 5: Teoretická síla válce [2]

Teoretická síla válce D = 40 mm je přibližně 700 N, to je 100 % hodnoty.

Navrhl bych D = 50 mm.

Další výpočty již nejsou zapotřebí, jelikož zadavatel zajistí výrobu mechanické části zařízení a její umístění na pracovišti licího stroje. Stroj bude již dodán s pohonem. Pohon je tvořen pneumotorem (lineární pohon – pneumatický dvojčinný válec).

5. Návrh elektrické části řízení

5.1 Rozvaha elektrické konstrukce

V rámci požadavku, který stanovila firma Brabant s.r.o., na technologické stavy zařízení zachlazovací vany a požadavku výroby, jsem se rozhodl pro konstrukci elektrického zapojení.

Ovládací panel pro obsluhu musí být přehledný a jednoduchý.

Zvolil jsem proto skříňku Moeller TYP: M22-I13 osazenou těmito ovládacími a signalizačními prvky.

5.2 Ovládací prvek VOLBA DRUHU PROGRAMU

Ovládací hlavice třípolohová Moeller TYP: M22-WR3 s aretací, vybavená dvěma spínacími jednotkami Moeller TYP: M22-KC10. Bude sloužit k volbě druhu programu.

Program A slouží k nastavení parametru pohybu pracovní plošiny – po založení odlitku na pracovní plošinu se pracovní plošina pohybuje směrem vzhůru a odlitek se přesune, bez

jakéhokoliv ochlazení, na manipulační plošinu, kde si jej obsluha převezme a uloží do připravených beden (Obr. 1).

Program B slouží k nastavení parametru pohybu pracovní plošiny – po založení odlitku na pracovní plošinu se pracovní plošina pohybuje směrem dolu, bez ochlazování (popouštění) na vzduchu, do chladící nádrže. Zde zůstane po nastavenou dobu (možnost nastavení parametru dle technologického postupu). Po uplynutí nastaveného času se pracovní plošina zvedá až do maximální polohy, a již zchlazený odlitek se přesune na manipulační plošinu, kde si jej obsluha převezme k dalšímu opracování (Obr. 1).

Program C slouží k nastavení parametru pohybu pracovní plošiny – po založení odlitku na pracovní plošinu se spustí časování pro dobu ochlazování (popouštění) na vzduchu, (možnost nastavení parametru dle technologického postupu). Po odčasování se pracovní plošina pohybuje do chladící nádrže, kde zůstane po nastavenou dobu (možnost nastavení parametru dle technologického postupu). Po odčasování se pracovní plošina zvedá až do maximální polohy a již chladný odlitek se přesune na manipulační plošinu, kde si jej obsluha převezme k dalšímu zpracování (založení do ostřihovacího lisu - Obr. 1).

5.3 Ovládací prvek MANUÁLNÍ POHYB

Otočná třípolohová ovládací hlavice Moeller TYP: M22-W3 bez aretace s nulovou střední polohou, vybavená dvěma spínacími jednotkami Moeller TYP: M22-KC10.

První poloha bude sloužit pro **manuální** pohyb pracovní plošiny směrem nahoru, tedy k vyklopení odlitku na manipulační plošinu. Druhá poloha bude sloužit pro manuální pohyb pracovní plošiny směrem dolu, tedy k přesunu odlitku do chladící vany. Tuto manuální funkci jsem zvolil z důvodu možnosti ovládat pracovní plošinu v případě jakéhokoliv nestandardního stavu, který může být způsoben například výpadkem napájení, aktivací CENTRÁL STOP, zaseknutí odlitku a další potíže, které mohou vzniknout během výrobního procesu.

Rovněž se tato manuální funkce použije k nastavení **základní polohy** pracovní plošiny (to je výchozí poloha pracovní plošiny, tedy vodorovná, od které se spouští program).

5.4 Signalizační prvek

Signalizační hlavice zelená, Moeller TYP: M22-LH-G, osazená LED kontrolkou Moeller TYP: M22-LEDC-G, slouží pro obsluhu jako vizuální kontrola, zda se pracovní plošina nachází v základním stavu, tedy ve vodorovné poloze.

5.5 Umístění

Celé řízení bude uloženo v hlavním rozvaděči tlakového lisu, aby se zbytečně nemusel instalovat podružný rozvaděč, který ve výrobě často překáží a je často náchylný k mechanickému poškození. V hlavním rozvaděči jsou již veškerá potřebná napětí a hlavní rozvaděč většinou disponuje volnými pozicemi na DIN liště. Je potřeba minimálně 30 cm prázdné DIN lišty, což je prakticky ve všech rozvaděčích BUHLER i COLOSIO, což jsou stroje, kde se bude zachlazovací vana používat. Rovněž jsou v hlavním rozvaděči tlakového lisu volné průchodky na kabely, to značně zjednoduší a urychlí samotnou instalaci zařízení.

5.6 Napájení

K napájení bude potřeba DC napětí 24 V. Zdroj bude muset být schopný dodat 1 A, což je vždy konstrukcí rozvaděče zajištěno. Dále bude zapotřebí zdroj AC napětí 230 V, zdroj 3x AC napětí 400 V (závisí na typu akčního členu, tedy zda se bude k pohonu používat motor na napětí AC napětí 230 V nebo motor na napětí 3x AC napětí 400 V, nebo zda ovládání bude zajišťovat pneumatický válec, zde je ovládání zajištěno elektromagnetickou cívkou o napětí DC napětí 24 V).

Používání napětí a zdrojů hlavního rozvaděče je také důležité z důvodu funkce **CENTRÁL STOP**, při jehož použití odpadne napájení a rovněž jsou silové obvody odděleny přes oddělovací transformátor.

5.7 Programovací automat

Zvolil jsem programovací automat Comat BoxX hned z několika důvodů. Především je tento automat nejpoužívanější po celé firmě Brabant Alucast a další výhodou je jeho přijatelná cena, jeho přehlednost a jednoduchost v ovládání a snadné a intuitivní programování pomocí Software QUICKII, který je od výrobce zdarma, což je nesporné plus pro zákazníka.

V mé aplikaci jsem použil programovatelný automat **Comat BoxX TYPU: AF-10MR-D-LCD/DC24V** s displejem. K lepší vizualizaci stavu programovacího automatu jsem zvolil automat s displejem (není zapotřebí připojování počítače se Softwarem QUICKII, abychom se dověděli například o poruchovém hlášení nebo stavu vstupu a výstupu). Lze samozřejmě použít i programovací automat Comat BoxX TYPU: AF-10MR-D-CAP/DC24V bez displeje. Bude o něco levnější, ale na úkor složitosti při hledání případných poruch na zařízení.

Programovací automat Comat BoxX TYPU: AF-10MR-D-LCD/DC24V je napájen DC napětím 24 V, obsahuje 6 vstupů nastavitelných digitálních/analog. 0-10 V (0,1 V) a 4 výstupy reléové 8 A 250 V, což pro daný úkol bude stačit.

5.8 Ostatní prvky

Na DIN lištu se osadí svorky WAGO TYP: 2002-1201 , na které bude přivedeno napájení DC napětí 24 V (osadí se z důvodu přehlednosti zapojení).

Dále je zde osazen programovací automat **Comat BoxX**, který zajišťuje vlastní ovládání celého zařízení.

Dále je zde osazeno pojistkové pouzdro na přístrojovou pojistku, uložení na DIN liště TYP: PC-4-HE osazenou trubičkovou přístrojovou pojistkou 5x20 1 A, která chrání programovací automat Comat BoxX.

Dále jsou zde osazeny svorky WAGO TYP: 2002-1201 na DIN lištu, na které jsou přivedeny snímače polohy, které monitorují stav polohy pracovní plošiny (**horní poloha** pracovní plošiny

– odlitek sjíždí na manipulační plošinu, **základní poloha** pracovní plošiny – resp. **vodorovná poloha -** čekání na odlitek od manipulátoru, **dolní poloha** pracovní plošiny – odlitek v zachlazovací vaně).

Dále jsou zde osazeny 2 patice na relé FINDER TYP: F9474, je osazeno relé FINDER TYPU: RELEF5533-24, napájecí napětí cívky je 24 V. Relé slouží k ochraně výstupních kontaktů v programovacím automatu Comat BoxX. V praxi se často stává, že dojde k mechanickému poškození kabeláže (propálení, prodření) a následný zkrat nebo vniknutí cizího napětí do výstupních kontaktů programovacího automatu Comat BoxX, které jej zničí. Cívky jsou tedy zapojeny na dvě výstupní svorky programovacího automatu Comat BoxX. Kontakty relé spínají silově buď cívku ovládacího magnetu elektropneumatického ventilu, nebo cívku stykače určeného pro ovládání motoru.

Dále jsou zde osazeny svorky WAGO TYP: 2002-1201 na DIN lištu, na které jsou vyvedeny výstupy programovacího automatu Comat BoxX (osadí se z důvodu přehlednosti zapojení).

Ke snímání polohy pracovní plošiny jsou v případě ovládání pneumatickým válcem s ovládacím magnetem elektropneumatického ventilu použity bezkontaktní snímače polohy TYP: SP5. Snímač se upevňuje šroubem M5 na profil trubky válce. Tyto snímače snímají polohu permanentního magnetu uloženého v pístnici válce.

Pokud se použije pohon pomocí elektromotoru, ten je přímo (tedy přes převodovku) spojen s hřídelí pracovní plošiny, mohou být využity jak klasické koncové spínače jako například spínač TELEMECANIQUE TYP: XCM D2102L1 nebo bezkontaktní indukční snímače jako například SICK TYP: IME 12-04BPSZCOS, které monitorují polohu třech vaček umístěných na hřídeli (spodní polohu, horní polohu a střední polohu pracovní plošiny).

Přímo na zařízení zachlazovací vany je umístěna rozvodná krabice EC-410C6 190x140x70 IP56, která slouží k připojení ovládacího a silového kabelu k hlavnímu rozvaděči tlakového lisu, kde je umístěno vlastní řízení. Rozvodná krabice je osazena DIN lištou se svorkami WAGO TYP: 2002-1201, do kterých jsou přivedeny přes průchodky TYP: PG9 a PG13,5 přívodní kabely a vodiče od snímačů (koncových spínačů) a ovládací panel.

K propojení s hlavním rozvaděčem tlakového lisu je použit ovládací kabel CYSY 12x075.

K propojení k hlavnímu rozvaděči tlakového lisu je použit silový kabel CYSY 4x2,5. Tento kabel se používá jen tehdy, když je pohon řešen elektromotorem (servopohonem) o AC napětí 1x230 V nebo AC napětí 3x400 V.

V případě pohonu pracovní plošiny řešeném pneumatickým pohonem se tento kabel nepoužije, ale změní se ovládací kabel (tedy počet žil a průřez), například TYP: CYSY 16x1. Délka těchto propojovacích kabelů se bude odvíjet individuálně dle skutečných pozic zařízení a kabelových tras.

Na připojení ovládacího kabelu je použit kabel TYP: CYSY 7x0,75.

Propojení snímačů (koncových spínačů) je zajištěno přímo konstrukcí snímače, který je již z výroby vybaven přívodním kabelem o délce 2 m. Pro připojení jiných snímačů, které mají zakončení konektorem, se zvolí propojovací kabel zakončený konektorem, který je určený pro daný typ snímače. V případě použití mechanických koncových snímačů polohy bude propojení realizováno kabelem TYP: 3x0,75 mm^2. Na propojení elektronické části v rozvaděči je použit samostatný lankový drát TYP: CYA, modrý, červený, zeleno-žlutý, o průřezu

1 mm^2.

Signál ke spuštění programu bude zajišťovat impuls od kleští manipulátoru. Rameno manipulátoru s odlitkem přijede nad pracovní plošinu a kleště se otevřou, odlitek spadne na plošinu a pošlou signál pro start programu.

6. Rozpiska součástek

6.1 Pneumatické prvky

1 x ……dvojčinný přímočarý pneumotor s magnetem **D = 50 mm, l = 800 mm FESTO**

1 x …… 5/3 rozvaděč ovládaný oboustranně elektromagnetickými impulsy PARKER

2 x …… jednosměrný škrtící ventil **FESTO**

2 x …… tlumič hluku **FESTO**

3 x …… koncový spínač TYP: SP5 (SB1, SB2, SB3)

6.2 Elektrické komponenty – osazení do rozvaděče BUHLLER

Ovládací panel

1x …… skříňka Moeller TYP: M22-I13

1x …… hlavice třípolohová Moeller TYP: M22-WR3

4x …… spínací jednotka Moeller TYP: M22-KC10

1x …… signalizační hlavice zelená Moeller TYP: M22-LH-G

1x …… LED kontrolkou Moeller TYP: M22-LEDC-G

Ostatní komponenty

1x …… DIN lišta 30 cm

8x …… svorky WAGO TYP: 2002-1201

1x …… Comat BoxX TYPU: AF-10MR-D-LCD/DC24V

1x …… pouzdro na přístrojovou pojistku uložení na DIN liště TYP: PC-4-HE

2x …… patice na relé FINDER TYP: F9474

1x …… relé FINDER TYP: RELEF5533-24

1x …… trubičková přístrojová pojistka 5x20 1 A

1x …… rozvodná krabice EC-410C6 190x140x70 IP56

2x …… průchodka TYP: PG9

2x …… průchodka TYP: PG13,5

10 m …… kabel CYSY 12x075
10 m …… silový kabel CYSY 4x2,5

5 m …… lankový drát TYP: CYA, modrý, o průřezu 1,0 mm^2

4 m ..... lankový drát TYP: CYA, červený, o průřezu 1,0 mm^2

2 m ..... lankový drát TYP: CYA, zeleno-žlutý, o průřezu 1,0 mm^2

Vypracované elektrické schéma zapojení řízení zachlazovací vany osazení do rozvaděče je v příloze č…..

6.3 Elektrické komponenty – prezentační panel

1x …… skříňka Moeller TYP: M22-I13

1x …… hlavice třípolohová Moeller TYP: M22-WR3
4x …… spínací jednotka Moeller TYP: M22-KC10

1x …… signalizační hlavice zelená Moeller TYP: M22-LH-G

1x …… LED kontrolka Moeller TYP:M22-LEDC-G

1x …… DIN lišta 30 cm

12x ……. svorky WAGO TYP: 2002-1201

1x …… Comat BoxX TYPU: AF-10MR-D-LCD/DC24V

1x …… pouzdro na přístrojovou pojistku uložení na DIN liště TYP: PC-4-HE

2x …… patice na relé FINDER TYP: F9474

1x …… relé FINDER TYP: RELEF5533-24

1x …… trubičková přístrojová pojistka 5x20 1 A

1x …… zdroj 24 V DC 1 A

1x …… servomotor GT1 230 V 50 Hz

1x …… relé FINDER TYP: F4061-2Y (Re3)

1x …… patice na relé FINDER TYP: F9474

1x …… skříňka Moeller TYP: M22-I12

1x …… prosvětlovací tlačítko Moeller TYP: M22-LH-R

1x …… kontrolka Moeller TYP: M22-LEDC-R

1x …… ovládací hlavice Moeller TYP: M22-WRK (2 polohy s aretací)

1x …… spínací jednotka Moeller TYP: M22-KC10

3 m…… lankový drát TYP: CYA, modrý, o průřezu 1,0 mm^2

2 m…..... lankový drát TYP: CYA, červený, o průřezu 1,0 mm^2

1 m……. lankový drát TYP: CYA, zeleno-žlutý, o průřezu 1,0 mm^2

Vypracované elektrické schéma zapojení řízení zachlazovací vany prezentačního panelu je v příloze č…..

7. Seznámení s programovacím automatem Comat BoxX

Comat BoxX můžeme programovat pomocí PC nebo odnímatelného LCD displeje s klávesami. Comat BoxX je schopný zpracovat také analogové signály 0 až10 V s rozlišením 0,1 V. Vstupy mohou být nastaveny jako analogové nebo digitální. Poskytuje 12 vstupů a 8 výstupů nebo může být zvolen s 6 vstupy a 4 výstupy. Minimální délka signálu na digitální vstup musí být 50 ms. Kratší signály nemusí být systémem zaznamenány. Digitální signály jsou signály z přepínačů, relé, termostatu, atd. (hodnoty: 0 nebo 1). Analogové signály jsou signály z čidel tlaku, teploty, atd. (hodnoty: 0,0 V až 10,0 V).

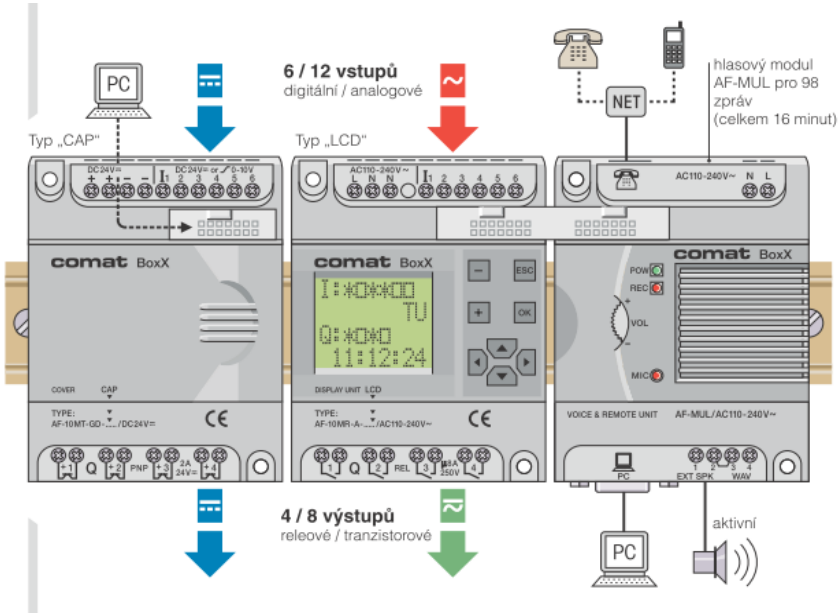
Výstupy jsou reléové nebo PNP tranzistor. **Tranzistorové výstupy musí být napájeny ze stejného zdroje jako zařízení.**

Comat BoxX je k dispozici buď jako s DC napájení 24 V, nebo s AC napájením 230 V. Může být zvolen s displejem nebo bez displeje (Obr.: 6)

Programovací automat obsahuje funkční bloky ke zpracování analogových veličin. Programování se provádí pomocí programovacího softwaru QUICKII, který umožňuje snadné programování automatu Comat BoxX pomocí PC. Software QUICKII spolupracuje se systémem Windows®. V paměti programu může být uloženo až 127 funkčních bloků. Uložený program se nemůže smazat ani po odpojení napájení. Není potřeba žádná záložní baterie.

QUICKII obsahuje simulační nástroj, a tak může být nastavení testováno na PC před uvedením do provozu. Je k dispozici knihovna funkčních bloků, a proto není třeba znát programování v programovacích jazycích.

Blíže v příloze č….



Obr.: 6 [3] Programovací automat Comat BoxX

Zařízení lze namontovat dvěma různými způsoby:

1. Montáž na DIN lištu.
2. Montáž pomocí otvorů pro šrouby Ø 4 mm na rovný povrch.

Před montáží nebo odstraněním displeje musí být přístroj odpojen od napájení.

8. Vlastní vývoj programu pro programovací automat Comat BoxX

Program slouží k vlastnímu řízení pracovního procesu zachlazovací vany. Je navržen v prostředí softwaru QUICKII, který umožňuje snadné programování automatu Comat BoxX pomocí PC. Pracuji s programovacím automatem Comat BoxX TYP: AF-10MR-D-LCD/DC24V, obsahuje 6 vstupů a 4 výstupy reléové.

Vstup L 1 – zde je připojen spínací kontakt S1 spínače PROGRAM A

Vstup L 2 – zde je připojen spínací kontakt S2 spínače PROGRAM C

8.1 Kroky programu

Pokud bude aktivován vstup L1 a deaktivován vstup L2, bude se zařízení chovat podle programu A:

- plošina je nastavená do výchozí polohy, sepne koncový spínač SB 2
- odlitek je umístěn na pracovní plošinu
- přijde impuls od manipulátoru IMP
- plošina čeká na nastavenou dobu (provádí se popouštění na vzduchu)
- plošina provede ponor do chladící vany, sepne koncový spínač ponoru SB1
- plošina čeká na nastavenou dobu (provádí se chlazení)
- plošina se pohybuje nahoru, přejede přes nulovou (základní polohu) plošiny, problikne koncový spínač SB a vyklopí odlitek na manipulační plošinu, sepne koncový spínač vyklopení SB3
- plošina čeká na čas sesuvu a po jeho odčasování se vrátí do základní polohy, sepne koncový spínač SB2

Pokud bude aktivován vstup L1 a aktivován vstup L2, bude se zařízení chovat podle programu C:

- plošina je nastavená do výchozí polohy, sepne koncový spínač SB2
- odlitek je umístěn na pracovní plošinu
- přijde impuls od manipulátoru IMP
- plošina provede ponor do chladící vany, sepne koncový spínač ponoru SB1
- plošina čeká na nastavenou dobu (provádí se chlazení)

- plošina se pohybuje nahoru, přejede přes nulovou (základní polohu) plošiny, problikne koncový spínač SB2 a vyklopí odlitek na manipulační plošinu, sepne koncový spínač vyklopení SB3
- plošina čeká na čas sesuvu a po jeho odčasování se vrátí do základní polohy, sepne koncový spínač SB2

Pokud bude deaktivován vstup L1 a deaktivován vstup L2, bude se zařízení chovat podle programu B:

- plošina je nastavená do výchozí polohy, sepne koncový spínač SB2
- odlitek je umístěn na pracovní plošinu
- přijde impuls od manipulátoru IMP
- plošina se pohybuje nahoru a vyklopí odlitek na manipulační plošinu, sepne koncový spínač vyklopení SB3
- plošina čeká na čas sesuvu a po jeho odčasování se vrátí do základní polohy, sepne koncový spínač SB2

8.2 Přiřazení vstupů a výstupů

Vstup L 3 – zde je připojen koncový spínač ponoru SB1

Vstup L 4 – zde je připojen koncový spínač základní polohy SB2

Vstup L 5 – zde je připojen koncový spínač vyklopení SB3

Vstup L 6 – zde je impuls od manipulátoru IMP

Výstup Q1 – výstupní signál DC 24 V pro pohyb plošiny dolu (do chladící vany)

Výstup Q2 – výstupní signál DC 24 V pro pohyb plošiny nahoru (vyklopení na manipulační plošinu)

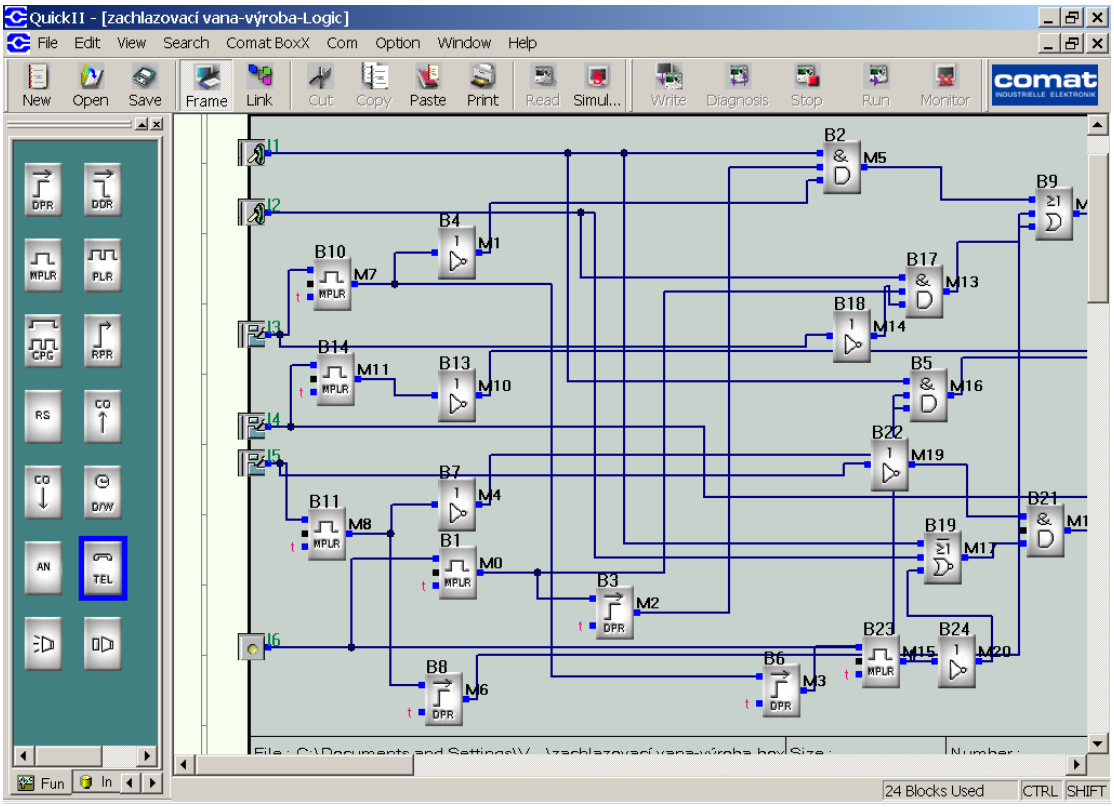
Výstup Q3 – výstupní signál DC 24V pro signalizaci základní polohy pracovní plošiny

Výstup Q4 – nezapojen, využije se v presentačním modelu jako simulace signálu IMP

9. Programové prostředí softwaru QuickII

9.1 Stavba programu

Určuje, jak se mají chovat jednotlivé programy a funkce používaných logických členů. Na základě těchto parametrů lze sestavit vlastní řídící program pro ovládání zachlazovací vany.



Obr.7: Programovací software QUICKII

Jak již bylo výše uvedeno, jsou k dispozici v programovacím automatu tyto

vstupy a výstupy:

Vstup L 3 – zde je připojen koncový spínač ponoru SB1

Vstup L 4 – zde je připojen koncový spínač základní polohy SB2

Vstup L 5 – zde je připojen koncový spínač vyklopení SB3

Vstup L 6 – zde je impuls od manipulátoru IMP

Výstup Q1 – výstupní signál DC 24 V pro pohyb plošiny dolu (do chladící vany)

Výstup Q2 – výstupní signál DC 24 V pro pohyb plošiny nahoru (vyklopení na manipulační plošinu)

Výstup Q3 – výstupní signál DC 24 V pro signalizaci základní polohy pracovní plošiny

Výstup Q4 – nezapojen

Program je tvořen s těmito funkčními bloky:

AND – Hradlo AND vrací na výstupu logickou 1 právě tehdy, když jsou na všech vstupech logické 1. Ve všech ostatních případech je na výstupu logická 0. Na hradlo AND se můžeme dívat i jako na jednoduchou bránu – je-li na jednom ze vstupů logická 0, i na výstupu je logická 0. Pokud však jeden vstup aktivujeme logickou 1, na výstupu se objeví hodnota druhého vstupu (Obr. 8).

Bloky AND jsou v mém programu označeny jako: B2 (využívá 3 vstupy), B5 (využívá 3 vstupy), B12 (využívá 2 vstupy), B17 (využívá 3 vstupy), B21 (využívá 2 vstupy).

Funkce $Y = A \cdot B$

Značení

norma symbol Pravdivostní tabulka

ANSI/MIL

Y
0

IEC

Obr. 8: Pravdivostní tabulka AND

OR – Hradlo OR má na výstupu logickou 1 právě tehdy, když je logická 1 na libovolném jeho vstupu. V ostatních případech je na výstupu vždy logická 0.

Bloky OR jsou v mém programu označeny jako: B9 (využívá 3 vstupy), B20 (využívá 2 vstupy).

Funkce $\mathbf{Y = A + B}$

Značení

Pravdivostní tabulka

norma symbol

ANSI/MIL

Y

0

1

IEC

DIN

Obr. 9: Pravdivostní tabulka OR

NOT - Hradlo NOT je logickým členem invertoru. Realizuje funkci tzv. logické negace. Někdy se místo něj používá negovaného logického součtu s přivedením hodnoty pouze na jediný vstup (v tomto případě "A"). Vzhledem k tomu, že na zbylém anebo zbylých vstupech bude logická 0, nebude mít tento vstup již na provedení operace vliv (Obr. 10).

Bloky NOT jsou v mém programu označeny jako: B4, B7, B13, B15, B16, B18, B22, B24.

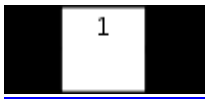
Funkce $\mathbf{Y} = \overline{\mathbf{A}}$

Značení

Pravdivostní tabulka

norma symbol

ANSI/MIL

IEC 

Y
1
0

DIN

Obr. 10: Pravdivostní tabulka NOT

NOR – Hradlo NOR, tento člen provádí funkci tzv. negovaného logického součtu (Peirceovu funkci) neboli součin negací (Obr. 11).

Bloky NOR jsou v mém programu označeny jako: B19 (využívá 3 vstupy).

Funkce $\mathbf{Y = \overline{A + B} = \overline{A} \cdot \overline{B}}$

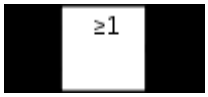
Značení

Pravdivostní tabulka

norma symbol

ANSI/MIL

Y
1

IEC 

DIN

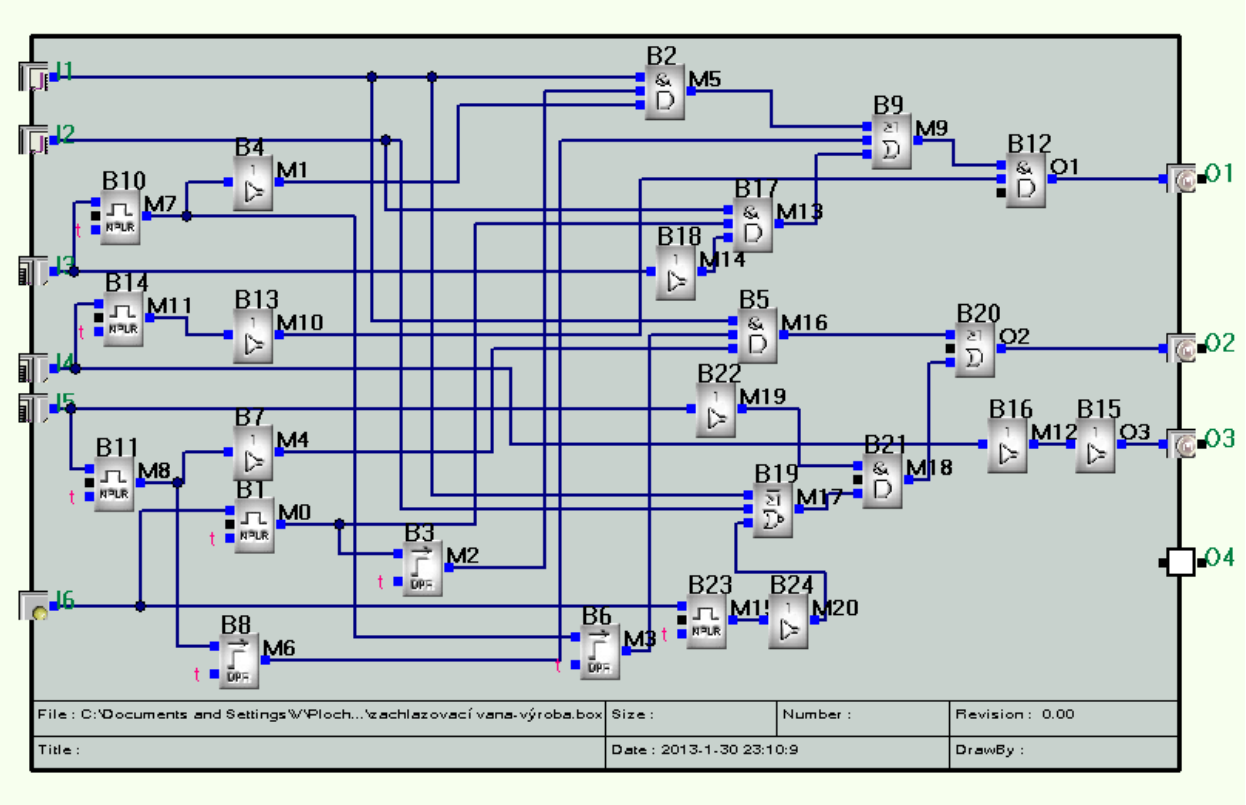
Obr. 11: Pravdivostní tabulka NOR

PULSE SHAPING – použití jako zpožděný odpad - na vstup H (krátkodobě), výstup H (po nastavenou dobu).

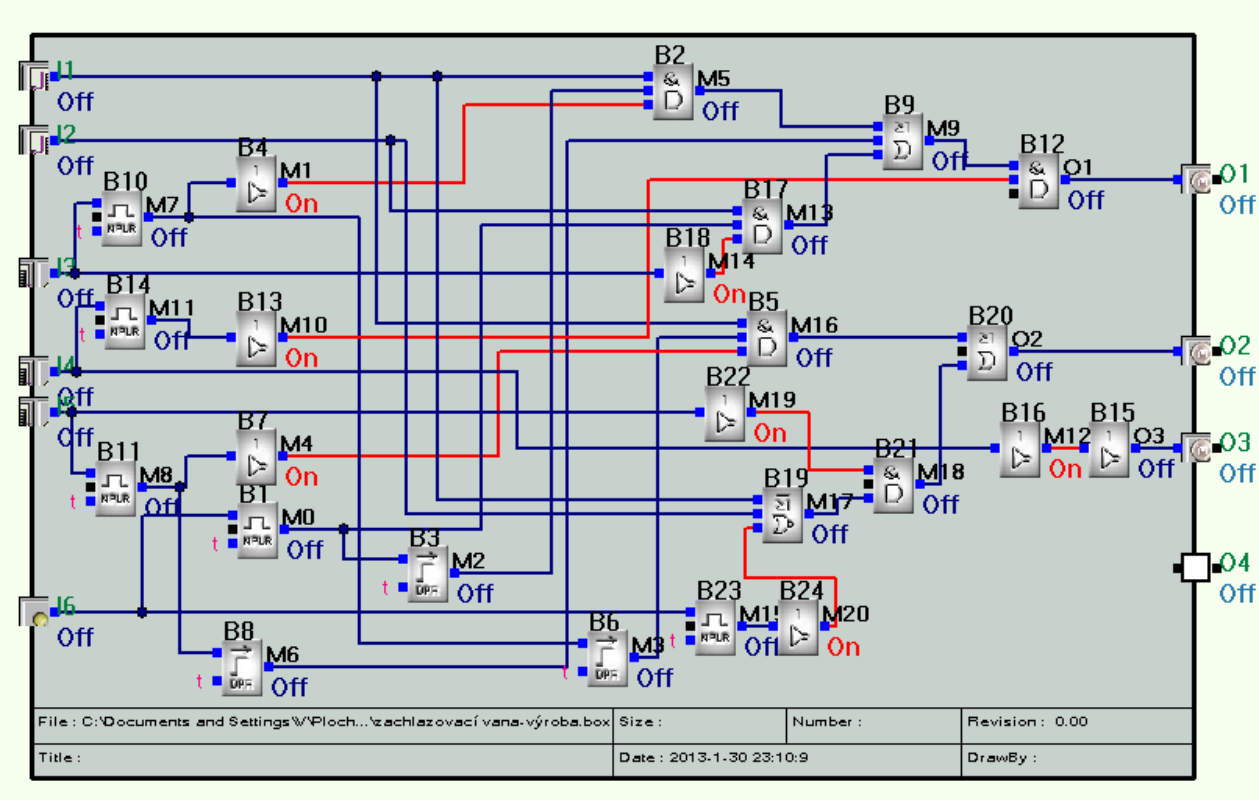
Bloky jsou v mém programu označeny jako: B1, B10, B11, B14, B23.

ON DELAY – časový spínač, zpožděný přítah - na vstup H, výstup L (po nastavenou dobu).

Bloky jsou v mém programu označeny jako: B3, B6, B8.



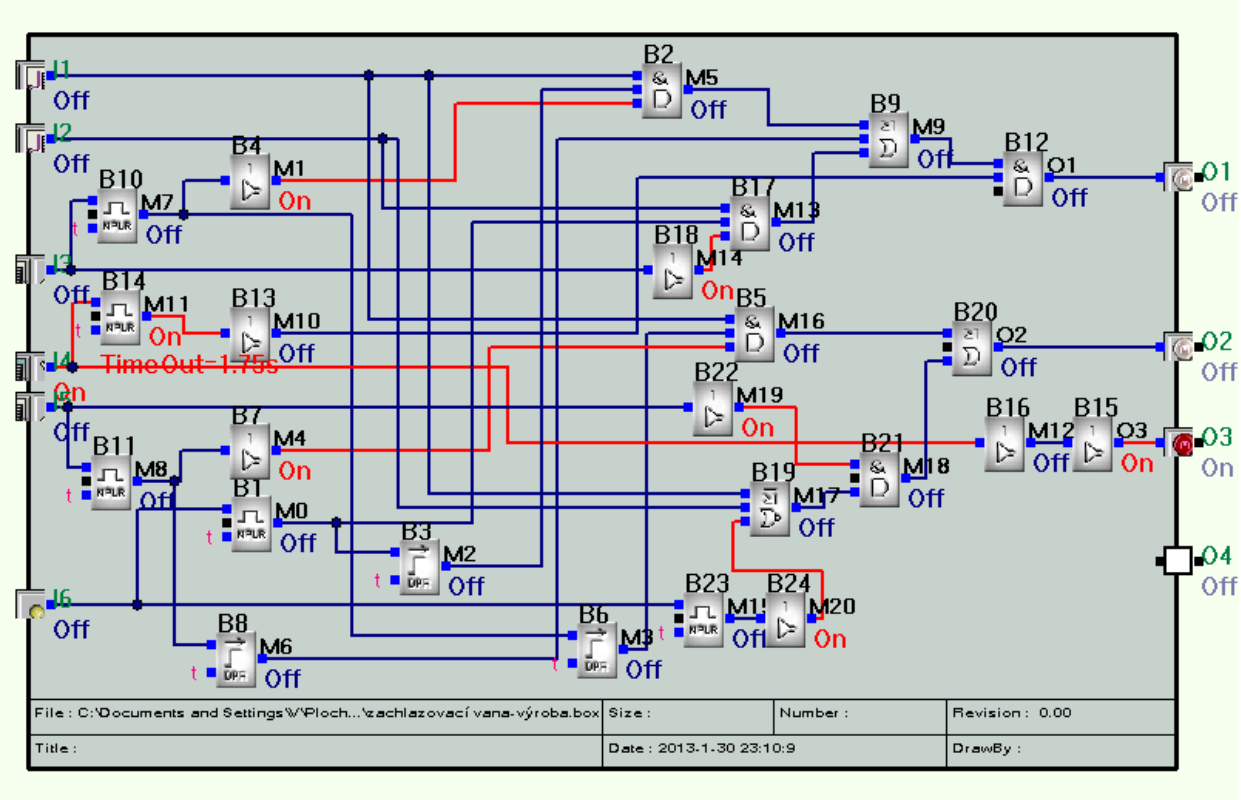
Obr. 12: Pohled na stavbu programu (veškeré vstupy, výstupy a rozmístění spolu s propojením logických členů)



Obr. 13: Stavy logických členů po připojení napájení a nezapojených vstupech

9.2 Průběh programu při volbě PROGRAM – B

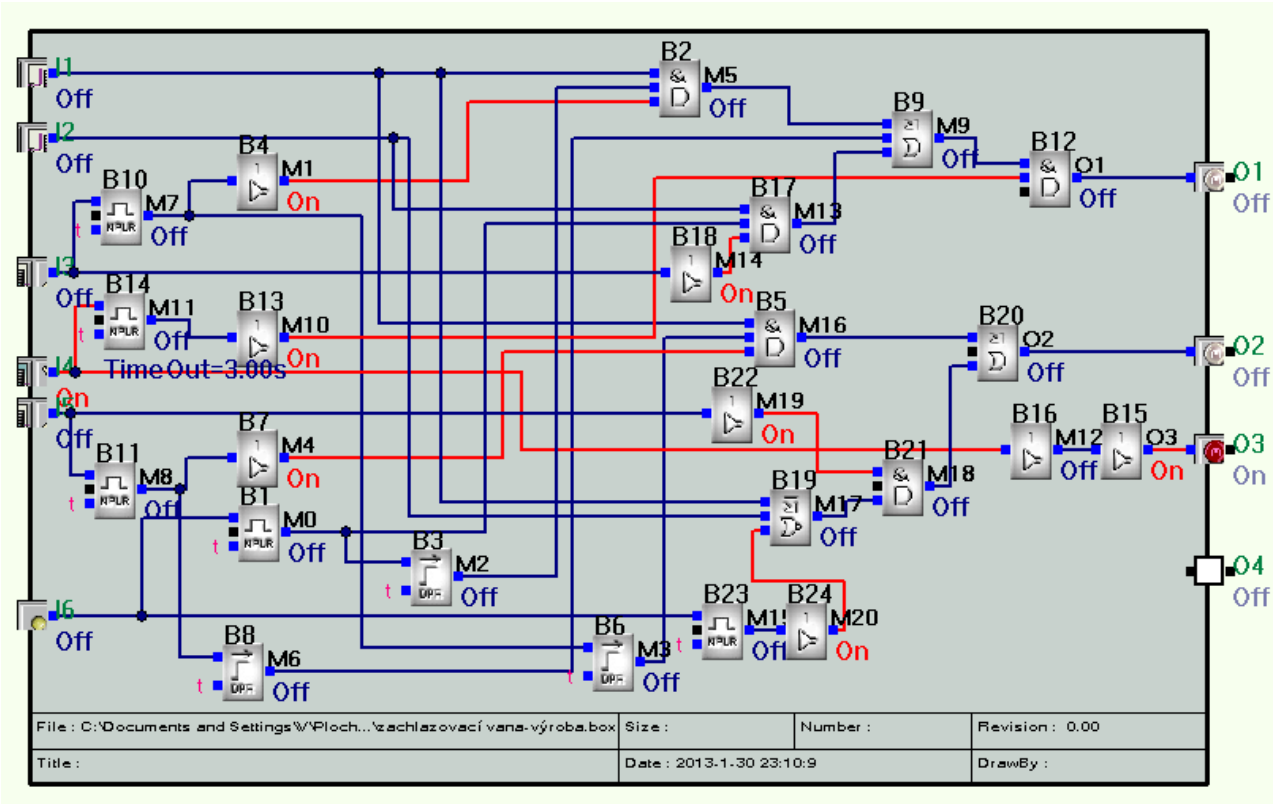
- Automat bez ponoru do chladící lázně a bez chladnutí na vzduchu. Vyklopení odlitku na manipulační plošinu.



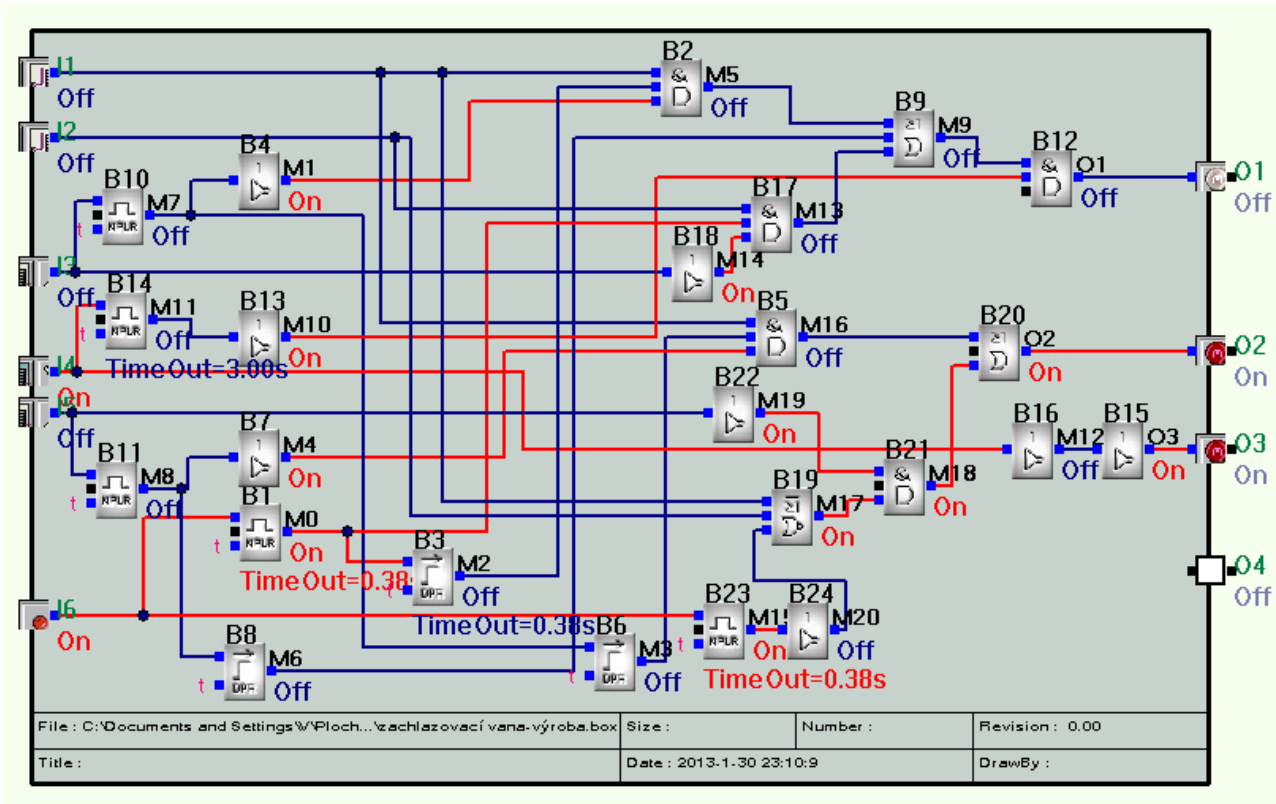
Obr. 14: Stavy logických členů po najetí plošiny do základní pozice

Na Obr. 14 jsou zobrazeny stavy logických členů po najetí pracovní plošiny do základní pozice.

Obsluha uvede pracovní plošinu do základní pozice, sepne se SB2. Na vstup L4 je přivedeno napájení (tedy logická H). Sepnutý SB2 musí signalizovat i na panelu obsluhy (základní pozice plošiny), proto musí být aktivní i výstup Q3. Jelikož není možné připojit vstup rovnou na výstup, jsou před výstup Q3 přiřazeny dva investory, NOT B16 a B15, které vlastně logicky propojí vstup L4 s výstupem Q3. Na vstup L4 je napojen i PULSE SHAPING (zpožděný odpad) B14, který má funkci v dalších krocích.

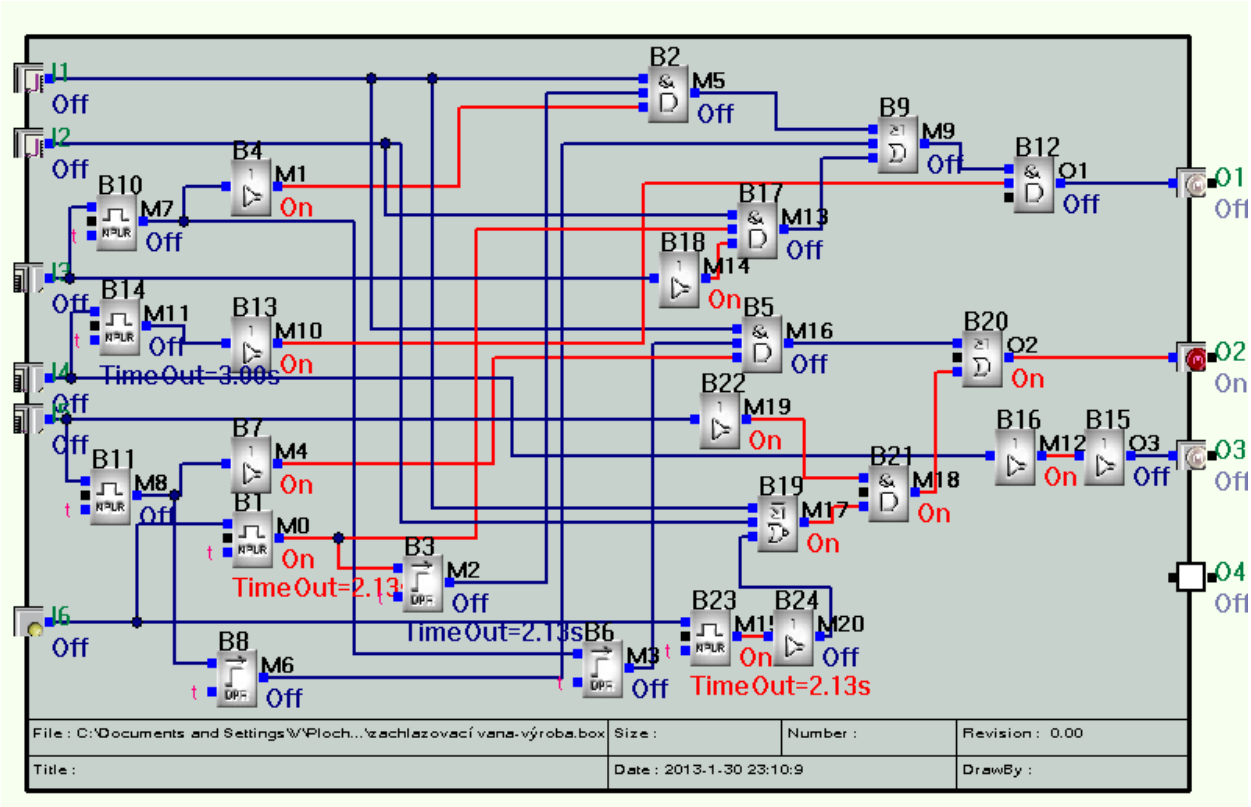


Obr. 15: Změna stavů pod odčasování B14



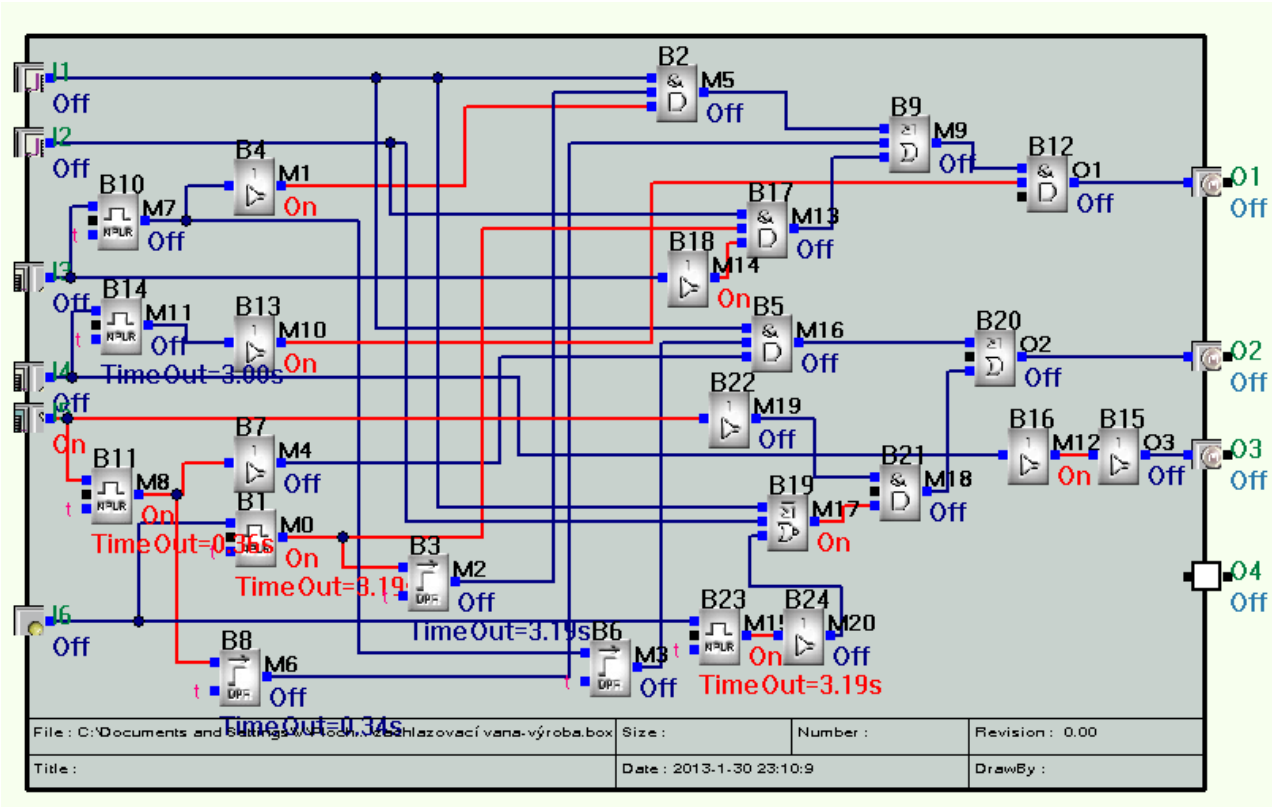
Obr. 16: Stavy logických členů po umístění odlitku na plošinu

Vyjímací zařízení umístí na pracovní plošinu odlitek, pošle krátkodobý signál INP na vstup L6. Logická H je přivedena na PULSE SHAPING (zpožděný odpad) B23, který tento signál přidrží a přes NOT invertor B24 jej zneguje a pošle na vstup NOR B19. Ten, jelikož jsou vstupy L1 a L2 v logické L, pošle logickou H na vstup AND B21 ta pošle logickou H na vstup OR B20 a jeho výstup posílá logickou H na výstup Q2. Plošina se pohybuje nahoru. V tuto chvíli odpadá koncový spínač SB2, vstup L4 a plošina se zastaví až v krajní horní poloze, kdy sepne koncový spínač SB3 (poloha vyklopení), tedy vstup L5 je v logické H.



Obr. 17: Stav po odpadnutí impulzu IMP a SB2

Na Obr. 17 je znázorněno, co se stane s logickými proměnnými po odpadnutí impulzu IMP na vstupu L6 a SB2 na vstupu L4.



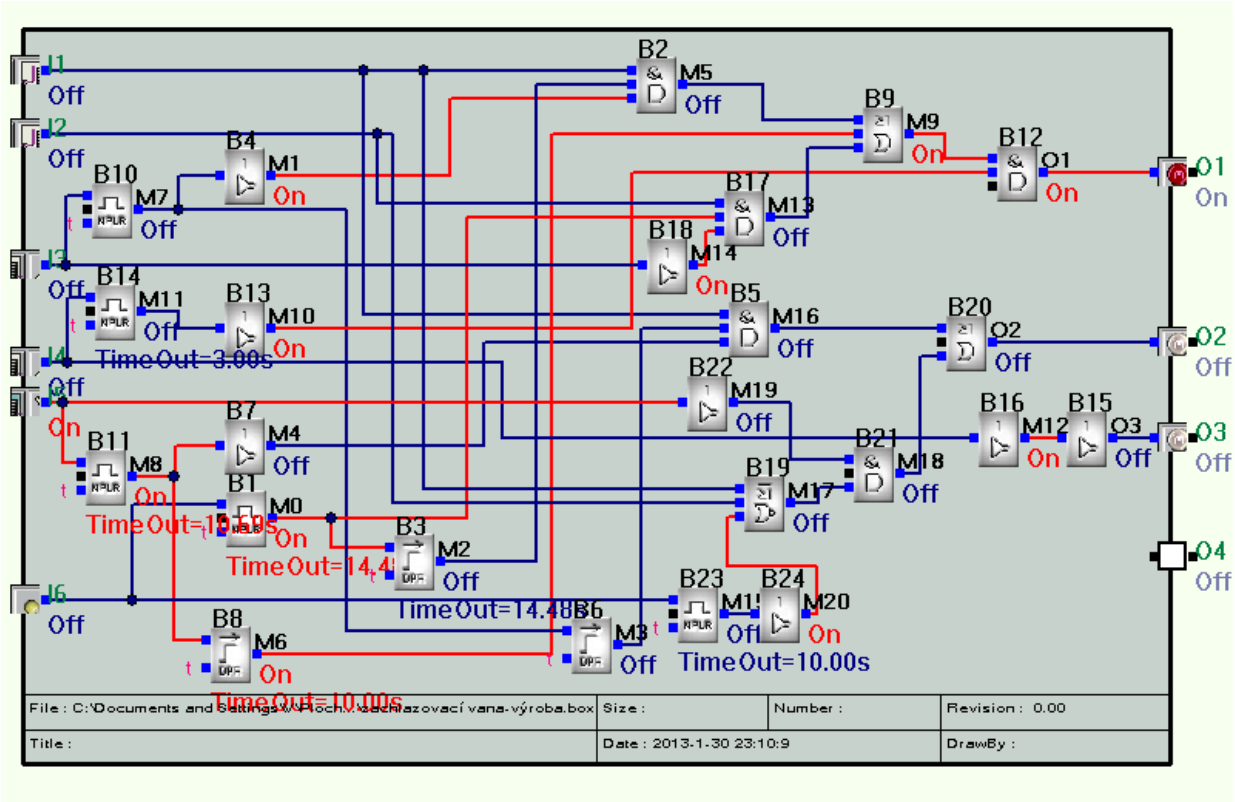
Obr. 18: Stav při sepnutí koncového spínače SB3

Je vidět, že PULSE SHAPING (zpožděný odpad) B23 stále časuje, a tím umožňuje, aby byl výstup Q2 stále aktivní. Čas B23 se nastavuje s ohledem na potřebnou dobu, která je potřeba k provedení dráhy plošiny.

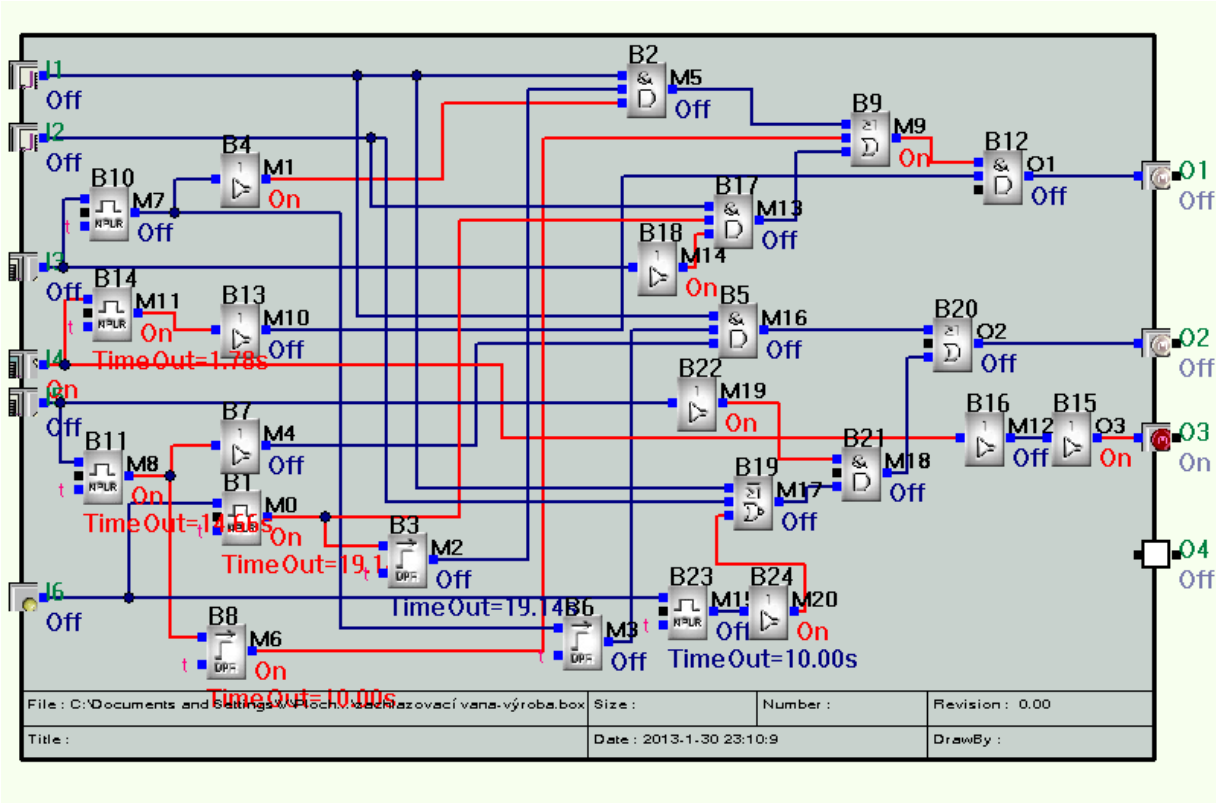
Na Obr. 18 je znázorněno, co se stane s logickými proměnnými po dosažení pracovní plošiny horní meze (vyklopení odlitku na manipulační plošinu), sepnutí koncového spínače SB3 vstup L5.

Pracovní plošina dosáhla horní meze (vyklopení odlitku na manipulační plošinu), sepnul koncový spínač SB3, na vstupu L5 je logická H. Ta je přivedena na vstup NOT B22, jeho negovaný výstup, logická L, je poslán na vstup AND B21. Ten dle pravdivostní tabulky posílá logickou L na vstup OR B20, na jeho výstupu je logická L, což vypíná výstup Q2 a plošina se zastaví. Začne časovat PULSE SHAPING (zpožděný odpad) B11 a zároveň ON DELAY (zpožděný přítrh) B8, po jehož odčasování pošle logickou H na vstup OR B9, ten, jelikož nejsou aktivovány spínače pro volbu druhu programu (je aktivován program B), pošle logickou H na vstup AND B12, která posílá logickou H na výstup Q1. Plošina se pohybuje

směrem dolu. ON DELAY (zpožděný přítrh) B8 je zapotřebí k tomu, aby se odlitek stihl sesunout na manipulační plošinu.



Obr. 19: Stav po odčasování času vyklopení



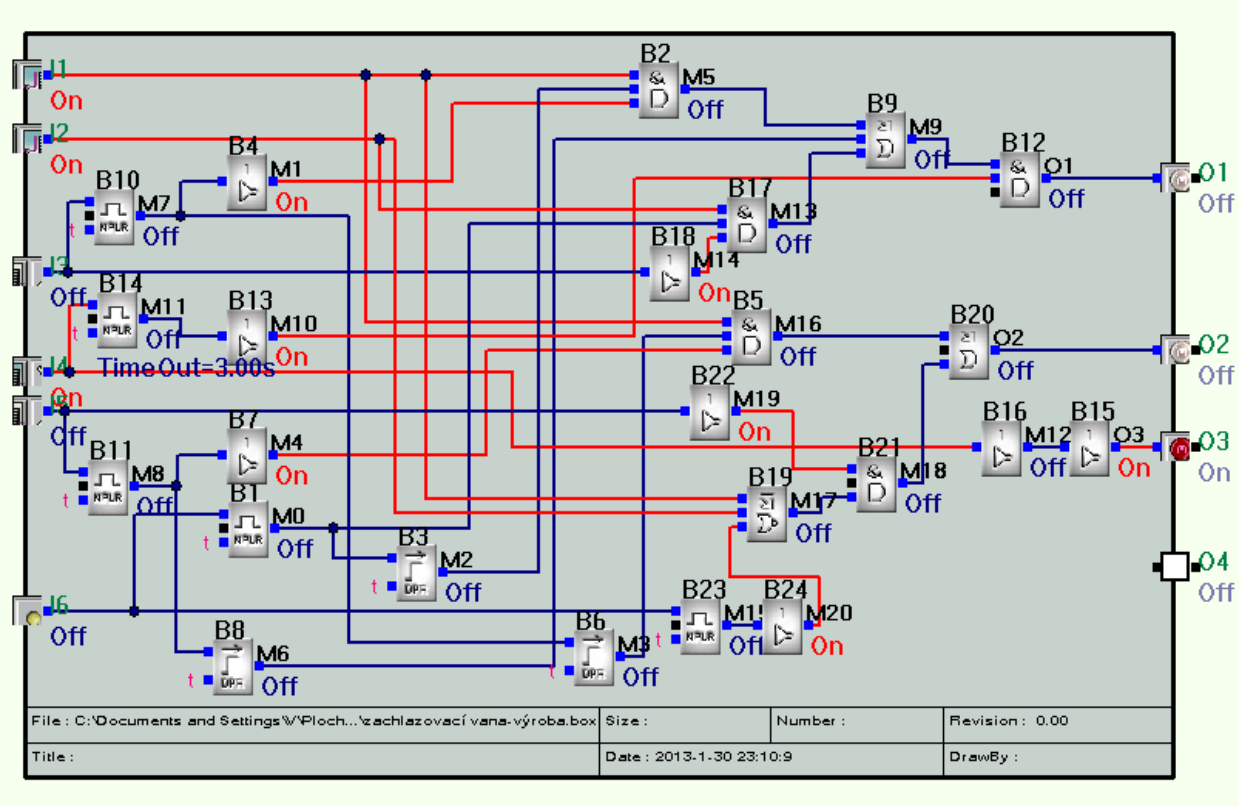
Obr. 20: Stav, kdy se plošina vrátí do základní polohy

Sepne koncový spínač základní polohy SB2, aktivuje se výstup Q3, hodnoty všech proměnných se ustálí (viz Obr. 14) a systém čeká na nový impuls INP od vyjímacího zařízení.

KONEC PROGRAMU B

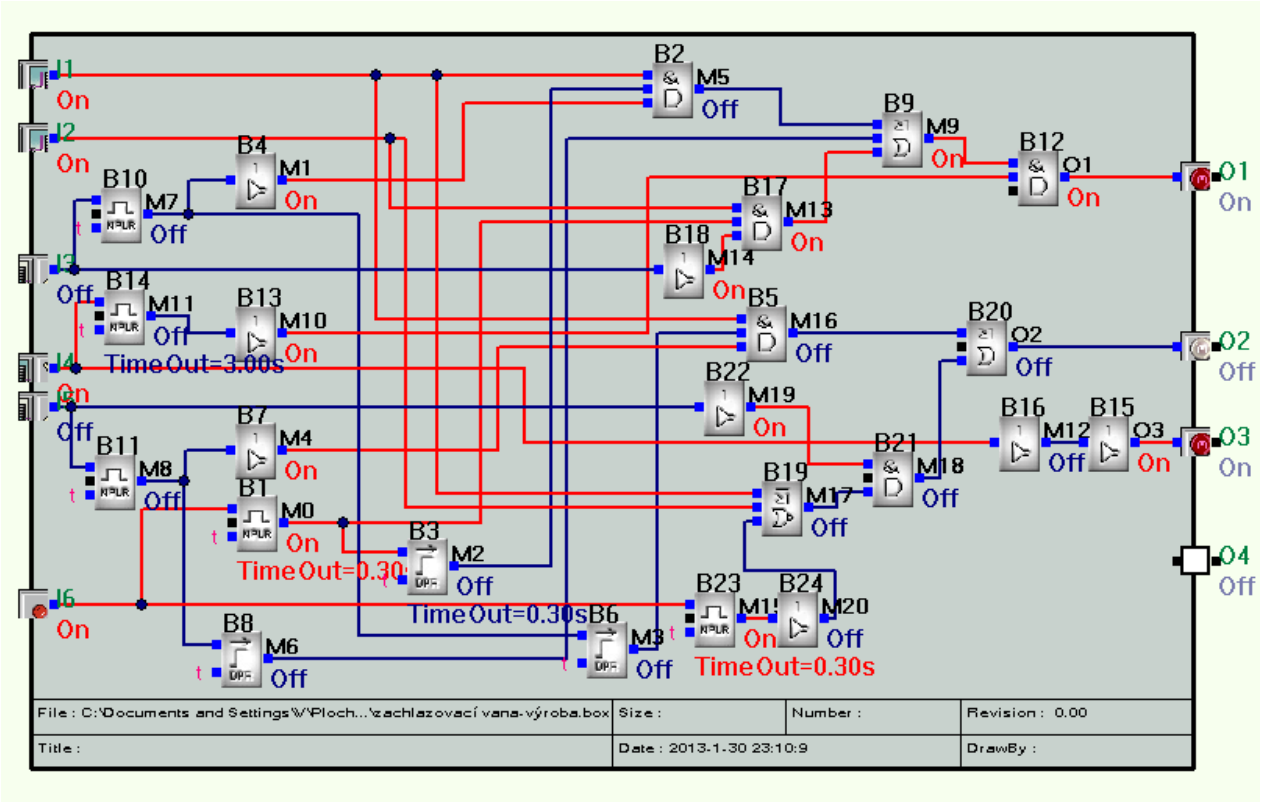
9..3 Průběh programu při volbě PROGRAM – C

- Automat bez chladnutí na vzduchu s ponorem do chladící lázně a vyklopení odlitku na manipulační plošinu.



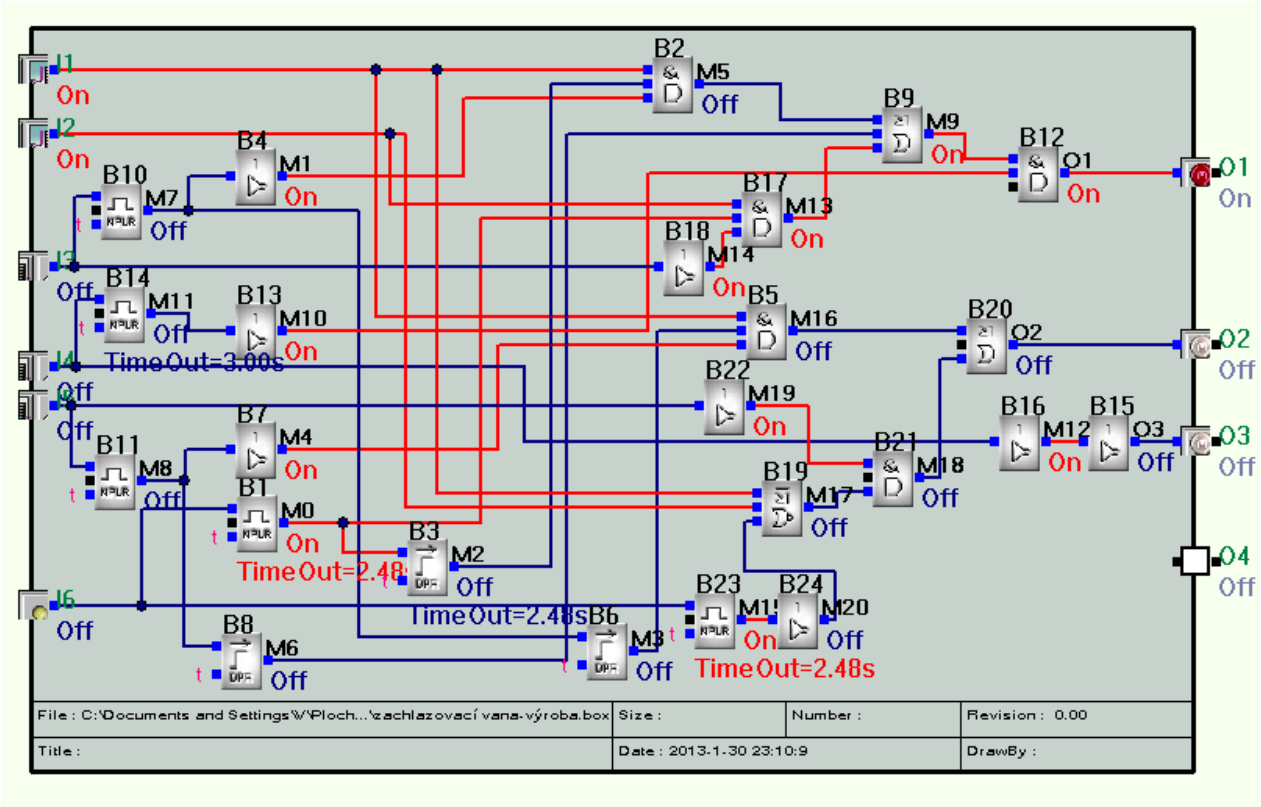
Obr. 21: Stavy logických členů po najetí plošiny do základní pozice

Obsluha uvede pracovní plošinu do základní pozice, sepne se SB2. Na vstup L4 je přivedeno napájení (tedy logická H). Sepnutý SB2 musí signalizovat i na panelu obsluhy (základní pozice plošiny), proto musí být aktivní i výstup Q3. Jelikož není možné připojit vstup rovnou na výstup, jsou před výstup Q3 přiřazeny dva investory, NOT B16 a B15, které vlastně logicky propojí vstup L4 s výstupem Q3. Obsluha provede volbu druhu programu, přepne přepínač do polohy C. Tím jsou sepnuté spínače S1 a S2 a na vstupech L1 a L2 se nastaví logická H.



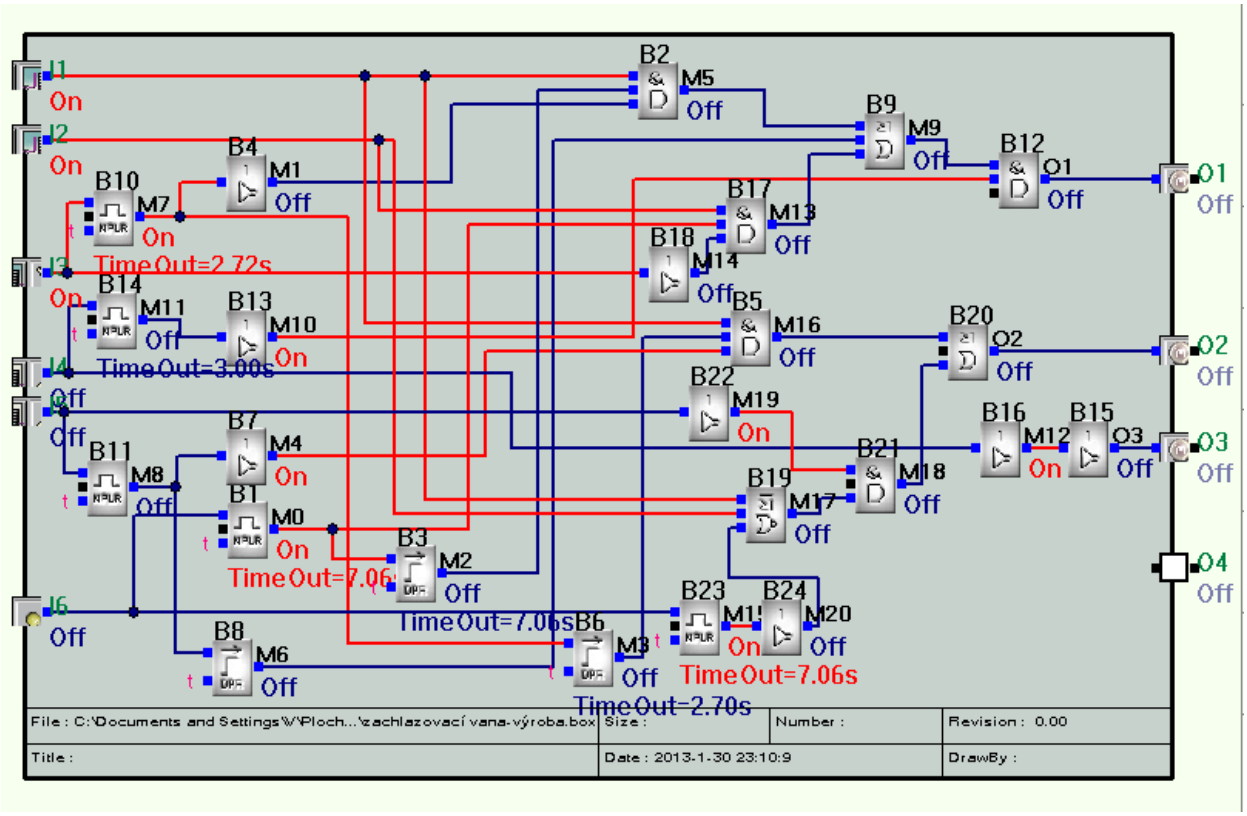
Obr. 22: Stavy logických členů po umístění odlitku na plošinu a příchodu impulzu IMP

Vyjímací zařízení umístí na pracovní plošinu odlitek, pošle krátkodobý signál INP na vstup L6. Logická H je přivedena na PULSE SHAPING (zpožděný odpad) B1, který tento signál přidrží a pošle logickou H na vstup AND B17. Ten, jelikož je vstup L2 v logické H a třetí vstup B17 je přes invertor NOT B18 také v logické H, posílá logickou H na vstup OR B9. Ostatní dva vstupy B9 jsou v logické L, na výstupu B9 je logická H, která je posílána na vstup AND B12 a na jeho výstupu je také logická H, ta je odeslána na výstup Q1 (plošina se pohybuje do vany).



Obr. 23: Stav po odpadnutí impulzu IMP a SB2

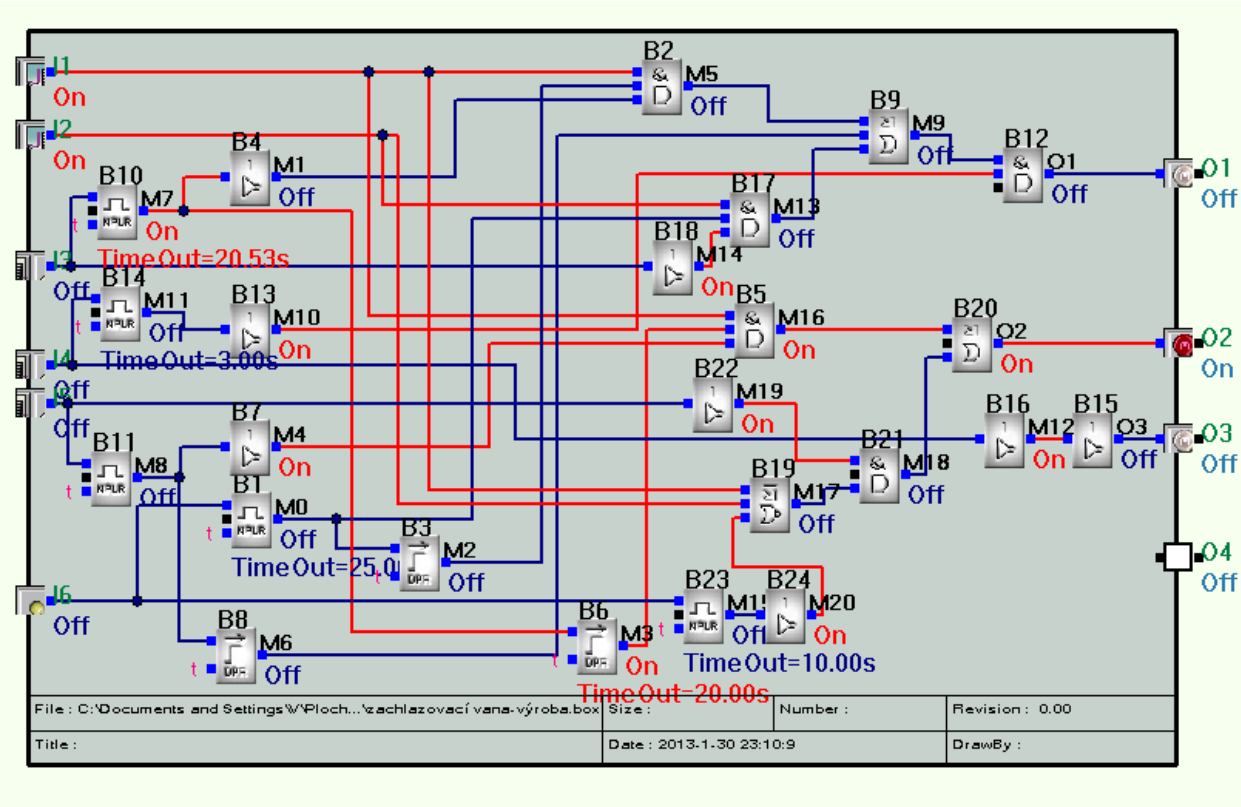
Je vidět, že PULSE SHAPING (zpožděný odpad) B1 stále časuje, a tím umožňuje, aby byl výstup Q1 stále aktivní. Čas B1 se nastavuje s ohledem na potřebnou dobu, která je potřeba k provedení dráhy plošiny.



Obr. 24: Stav po dosažení koncového spínače SB1

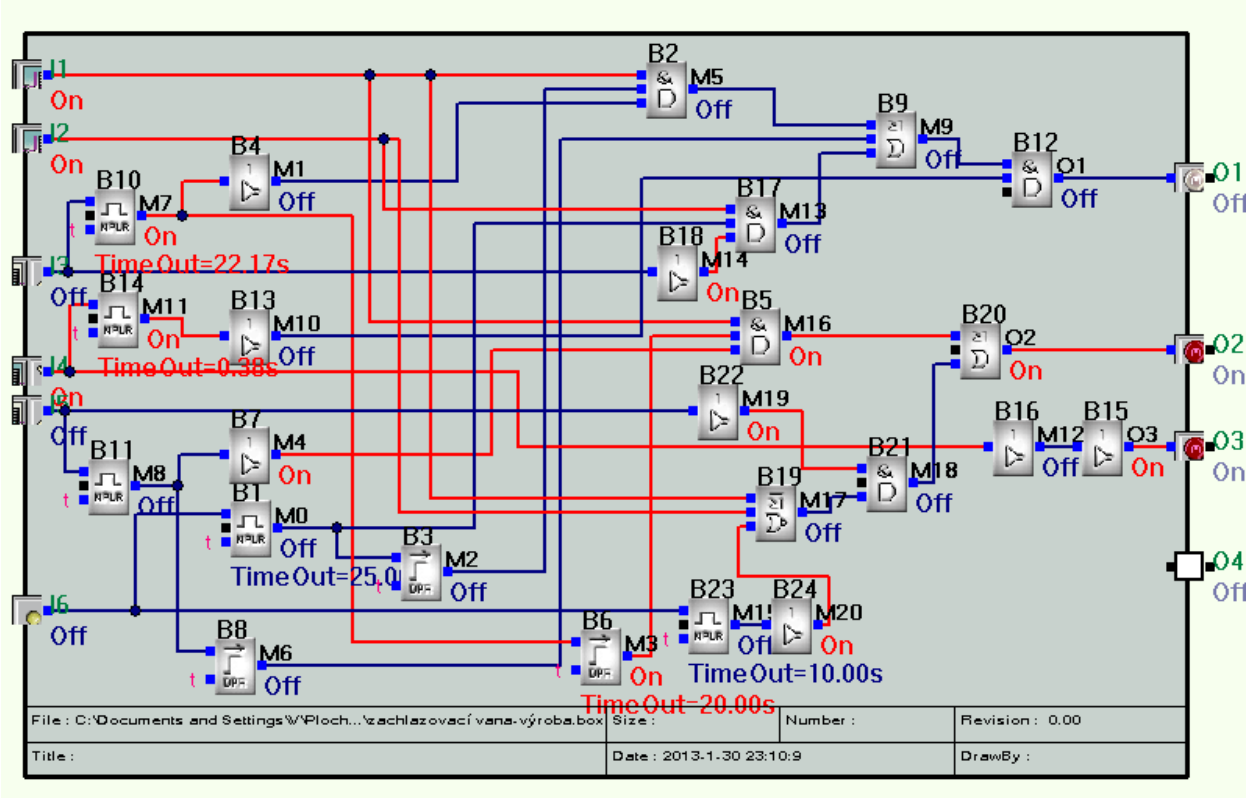
Na Obr. 24 je znázorněno, co se stane s logickými proměnnými po dosažení pracovní plošiny dolní meze, sepnutí koncového spínače SB1 vstup L3.

Pracovní plošina dosáhla spodní meze (ponoření odlitku do chladící lázně), sepnul koncový spínač SB1, na vstupu L3 je logická H. Ta je přivedena na PULSE SHAPING (zpožděný odpad) B10. Z jeho výstupu je přivedena logická H na ON DELAY (zpožděný přítrh) B6 (probíhá čas ponoru).



Obr. 25: Stav po odčasování ON DELAY (zpožděný přítrh) B6

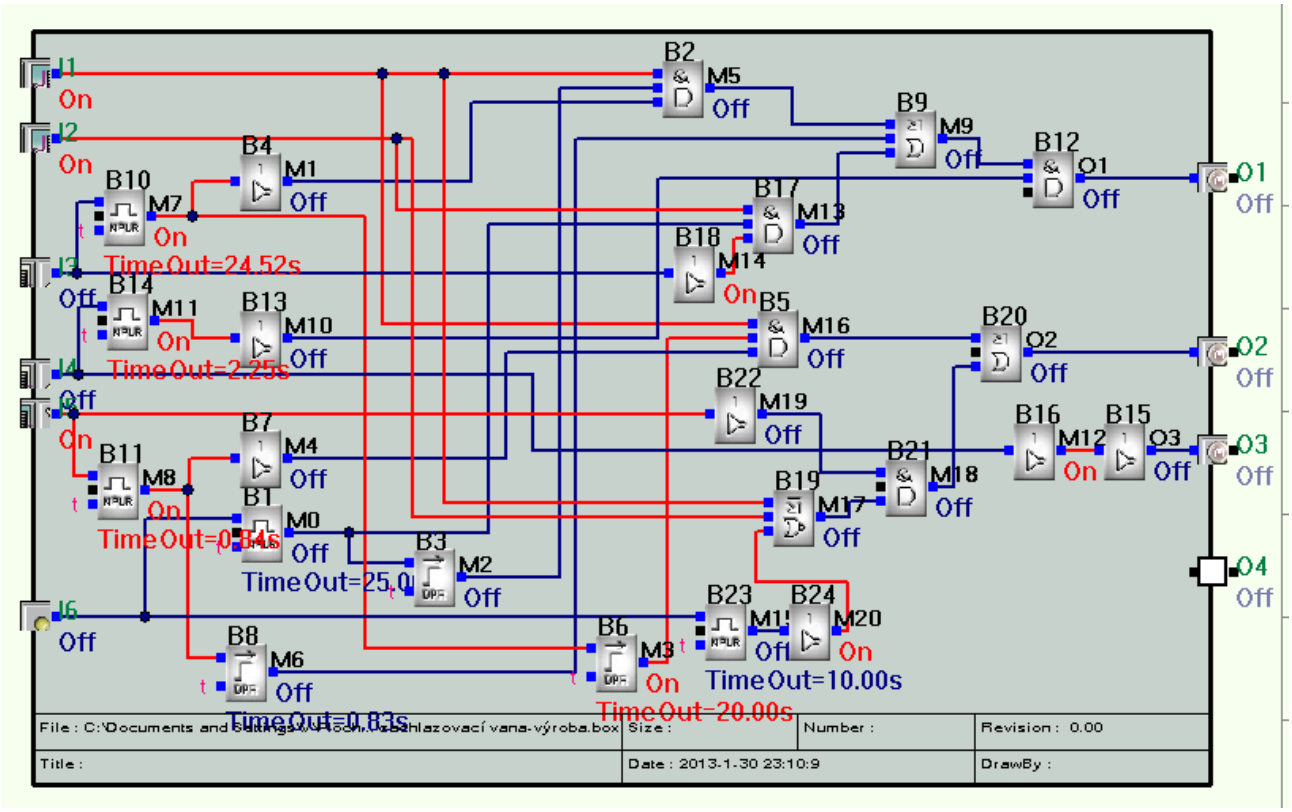
Po odčasování ON DELAY (zpožděný přítrh) B6 pošle logickou H na vstup AND B5. Jelikož je na vstupu L1 logická H, jsou všechny tři vstupy AND B5 v logické H. Na jeho výstupu je také logická H, která se přivede na vstup OR B20. Na výstupu B20 se nastaví také logická H, a tím se aktivuje výstup Q2 (plošina se pohybuje nahoru).



Obr. 26: Stav po dosažení snímače SB2

Na Obr. 26 je znázorněno, co se stane s logickými proměnnými při dosažení koncového snímače základní polohy SB2 při pohybu plošiny nahoru.

Plošina se stále pohybuje nahoru, jelikož jsou všechny tři vstupy AND B5 v logické H. Na jeho výstupu je také logická H, která se přivede na vstup OR B20. Na výstupu B20 se nastaví také logická H, a tím se aktivuje výstup Q2 (plošina se pohybuje nahoru).

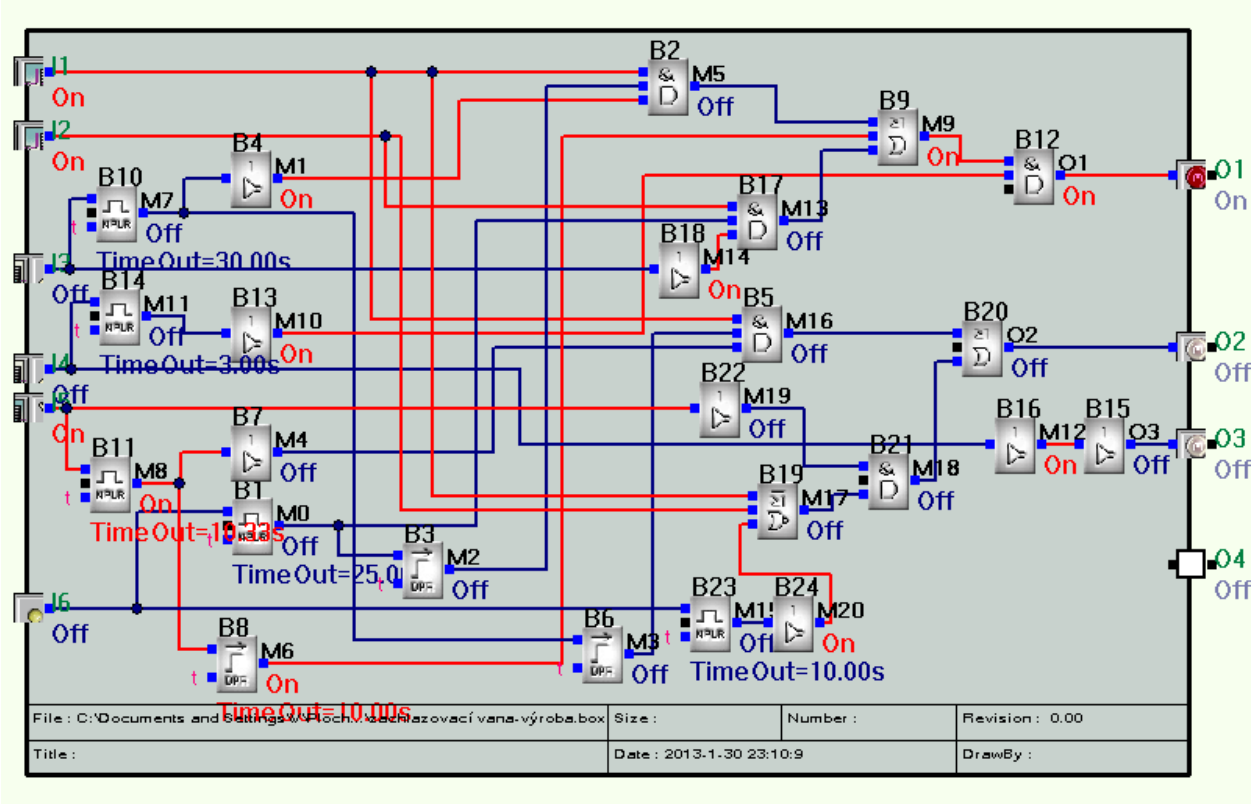


Obr. 27: Stav po dosažení koncového spínače SB3

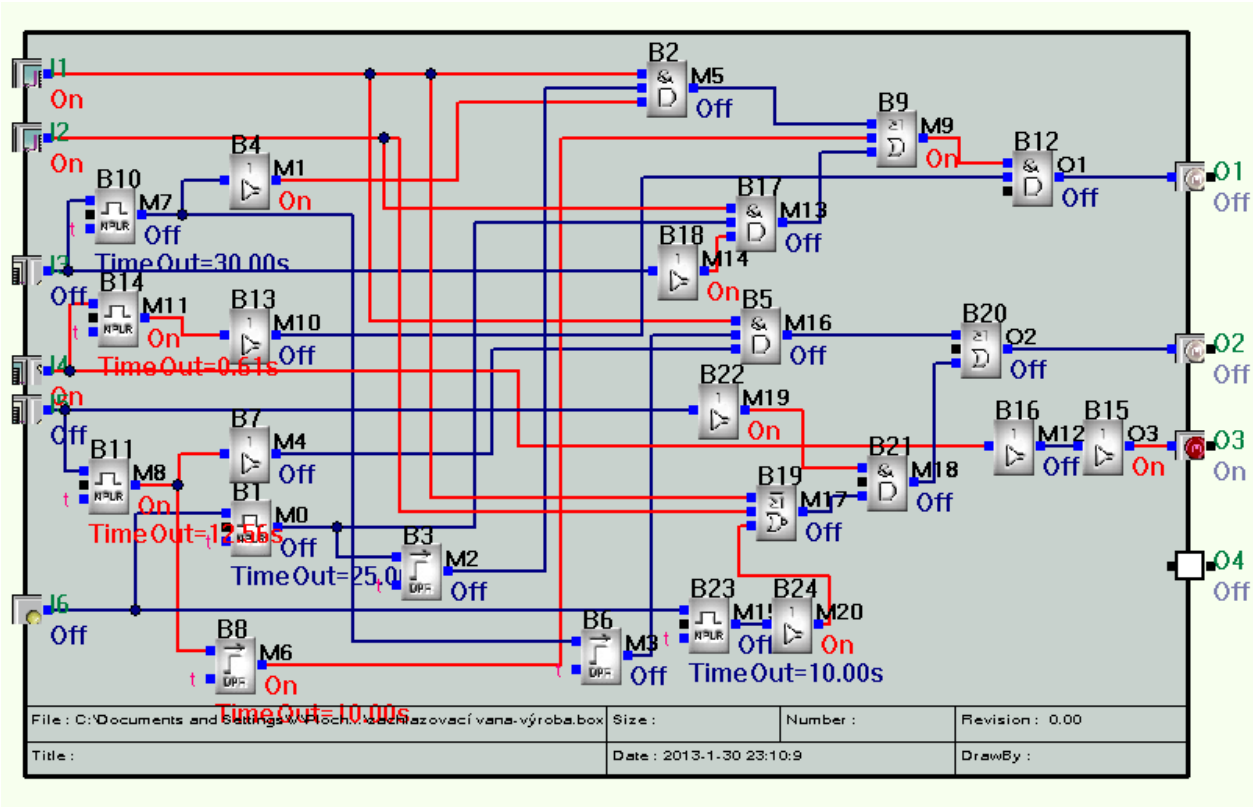
Na Obr. 27 je znázorněno, co se stane s logickými proměnnými po dosažení pracovní plošiny horní meze (vyklopení odlitku na manipulační plošinu), sepnutí koncového spínače SB3 vstup L5.

Pracovní plošina dosáhla horní meze (vyklopení odlitku na manipulační plošinu), sepnul koncový spínač SB3, na vstupu L5 je logická H. Ta je přivedena na vstup NOT B22, jeho negovaný výstup, logická L je poslána na vstup AND B21. Ten dle pravdivostní tabulky posílá logickou L na vstup OR B20, na jeho výstupu je logická L, což vypíná výstup Q2 a plošina se zastaví. Začne časovat PULSE SHAPING (zpožděný odpad) B11 a zároveň ON DELAY (zpožděný přítrh) B8, po jehož odčasování pošle logickou H na vstup OR B9, ten, jelikož nejsou aktivovány spínače pro volbu druhu programu (je aktivován program B), pošle logickou H na vstup AND B12, který posílá logickou H na výstup Q1. Plošina se pohybuje směrem dolu.

ON DELAY (zpožděný přítrh) B8 je zapotřebí k tomu, aby se odlitek stihl sesunout na manipulační plošinu.



Obr. 28: Stav po odčasování času vyklopení



Na Obr. 28 je znázorněn pohyb manipulační plošiny po odčasování času vyklopení.

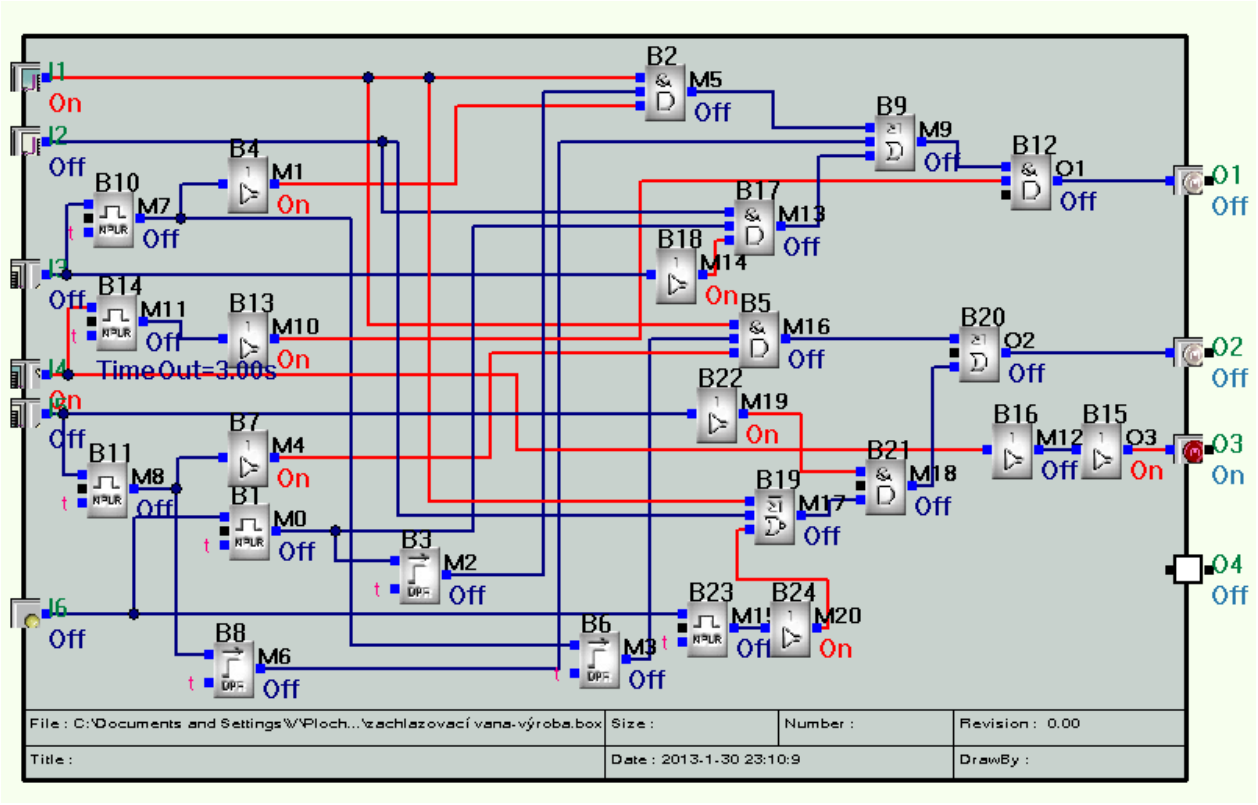
Obr. 29: Stav, kdy se plošina vrátí do základní polohy

Koncový spínač se sepne do základní polohy SB2, aktivuje se výstup Q3, hodnoty všech proměnných se ustálí (viz Obr. 21) a systém čeká na nový impuls INP od vyjímacího zařízení.

KONEC PROGRAMU C

9.4 Průběh programu při volbě PROGRAM – A

– Automat s chladnutím na vzduchu s ponorem do chladící lázně a vyklopení odlitku na



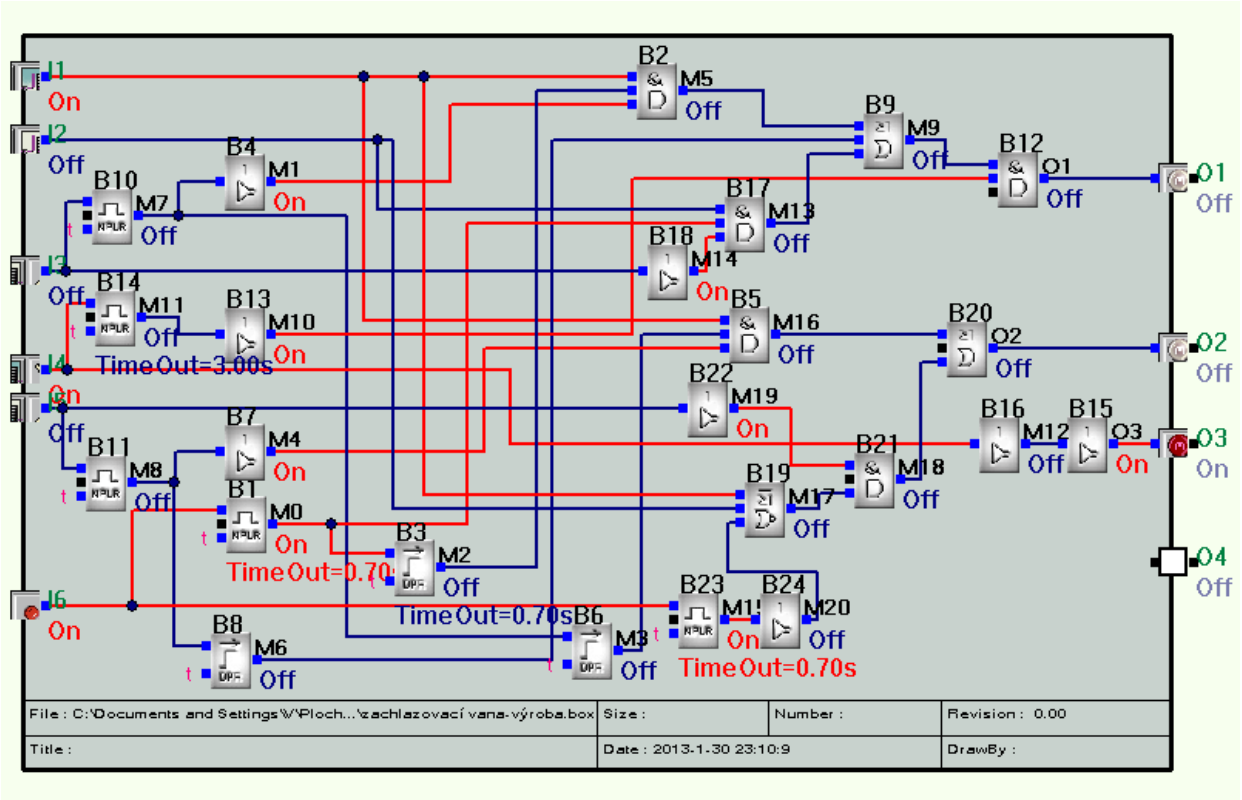
manipulační plošinu.

Obr. 30: Stavy po najetí plošiny do základní pozice

Na Obr. 30 jsou zobrazeny stavy logických členů po najetí pracovní plošiny do základní pozice.

Obsluha uvede pracovní plošinu do základní pozice, sepne se SB2. Na vstup L4 je přivedeno napájení (tedy logická H). Sepnutý SB2 musí signalizovat i na panelu obsluhy (základní pozice plošiny), proto musí být aktivní i výstup Q3.

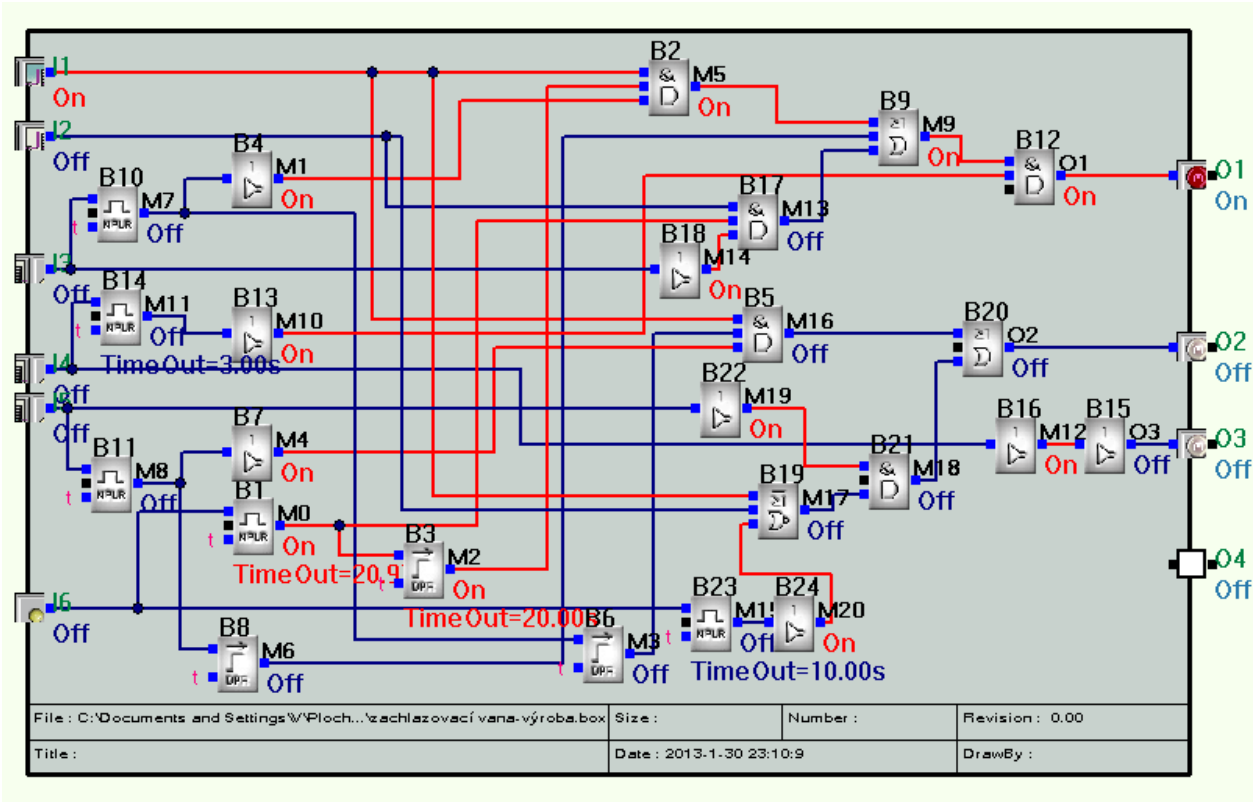
Jelikož není možné připojit vstup rovnou na výstup, jsou před výstup Q3 přiřazeny dva investory, NOT B16 a B15, které vlastně logicky propojí vstup L4 s výstupem Q3. Obsluha provede volbu druhu programu, přepne přepínač do polohy A, tím je sepnutý spínač S1 a na *vstupu L1 se nastaví logická H.*



Obr.31: Stavy po příchodu impulzu IMP

Na Obr. 31 jsou zobrazeny stavy logických členů po umístění odlitku na pracovní plošinu a příchodu impulzu IMP na vstup L6.

Vyjímací zařízení umístí na pracovní plošinu odlitek, pošle krátkodobý signál INP na vstup L6. Logická H je přivedena na PULSE SHAPING (zpožděný odpad) B1, který tento signál přidrží a pošle logickou H na vstup ON DELAY (zpožděný přítrh) B3. Tento časovač slouží k nastavení doby chladnutí odlitku na vzduchu (zpoždění pohybu plošiny do lázně).

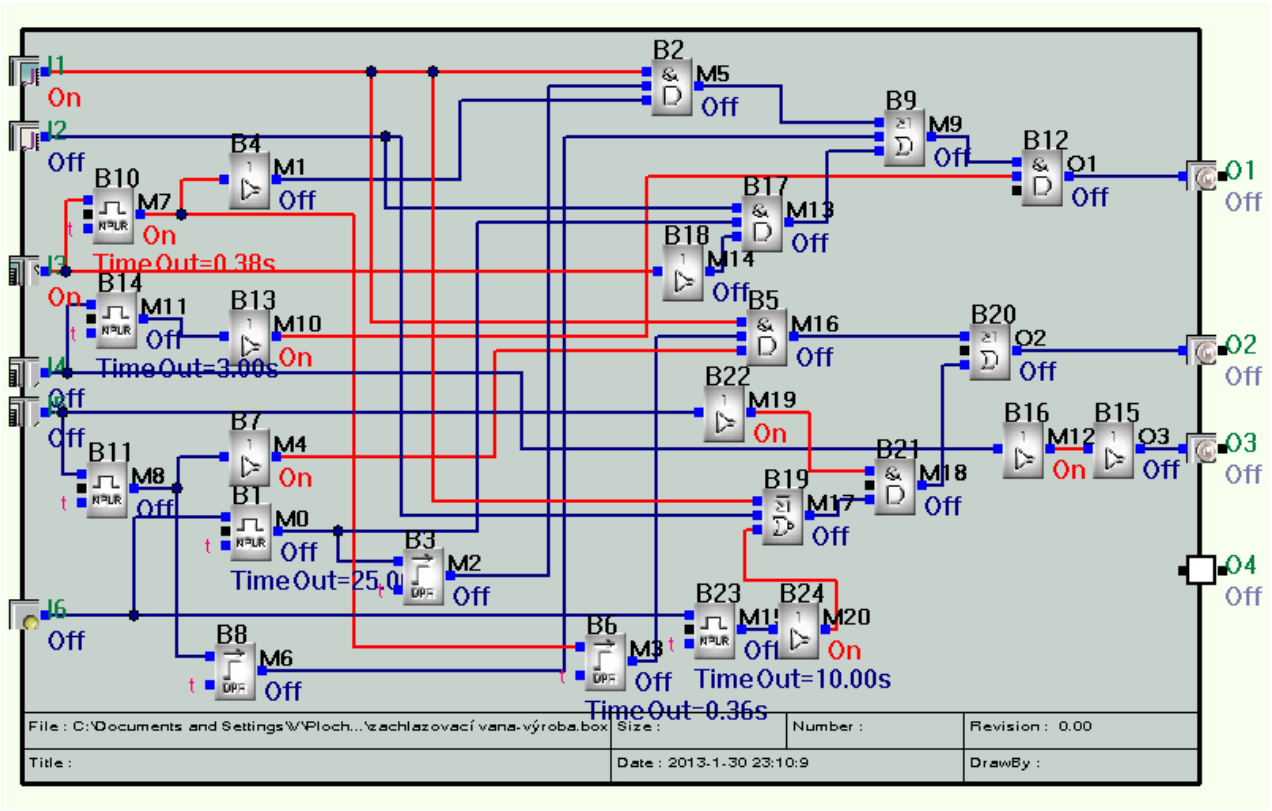


Obr. 32: Stavy po odčasování B3

Na Obr. 32 jsou zobrazeny stavy logických členů po odčasování B3, a je tam také vidět, co se stane s logickými proměnnými po odpadnutí impulzu IMP na vstupu L6 a SB2 na vstupu L4.

Po odčasování ON DELAY (zpožděný přítrh) B3 se pošle logická H na vstup AND B2. Všechny tři vstupy na B2 jsou v logické H, na výstupu B2 se objeví také logická H. Ta je poslána na OR B9, z jehož výstupu se posílá logická H na vstup AND B12. Na výstupu B12 je logická H, která aktivuje výstup Q1 (pohyb plošiny dolu do zachlazovací vany).

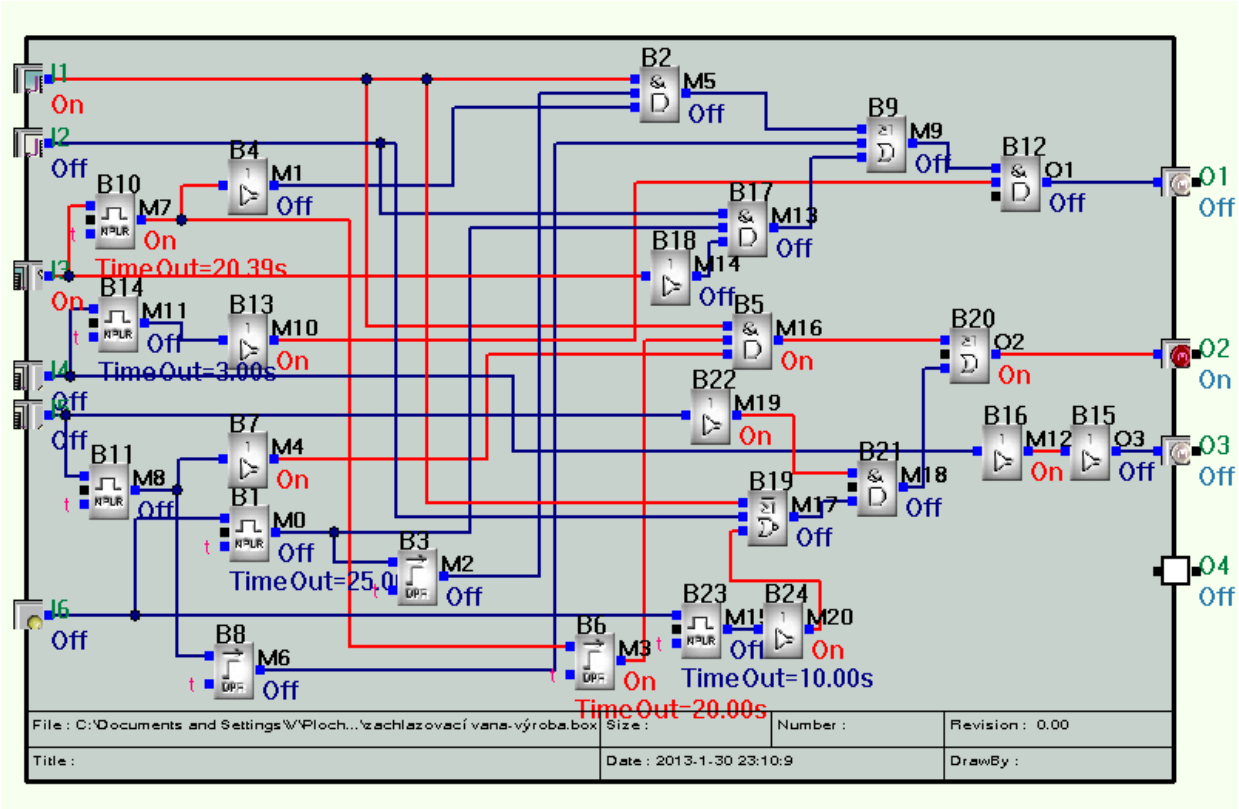
Je vidět, že PULSE SHAPING (zpožděný odpad) B1 stále časuje, a tím umožňuje, aby byl výstup Q1 stále aktivní. Čas B1 se nastavuje s ohledem na potřebnou dobu, která je potřeba k provedení dráhy plošiny.



Obr. 33: Stav po sepnutí koncového spínače SB1

Na Obr. 33 je znázorněno, co se stane s logickými proměnnými po dosažení pracovní plošiny dolní meze, sepnutí koncového spínače SB1 vstup L3.

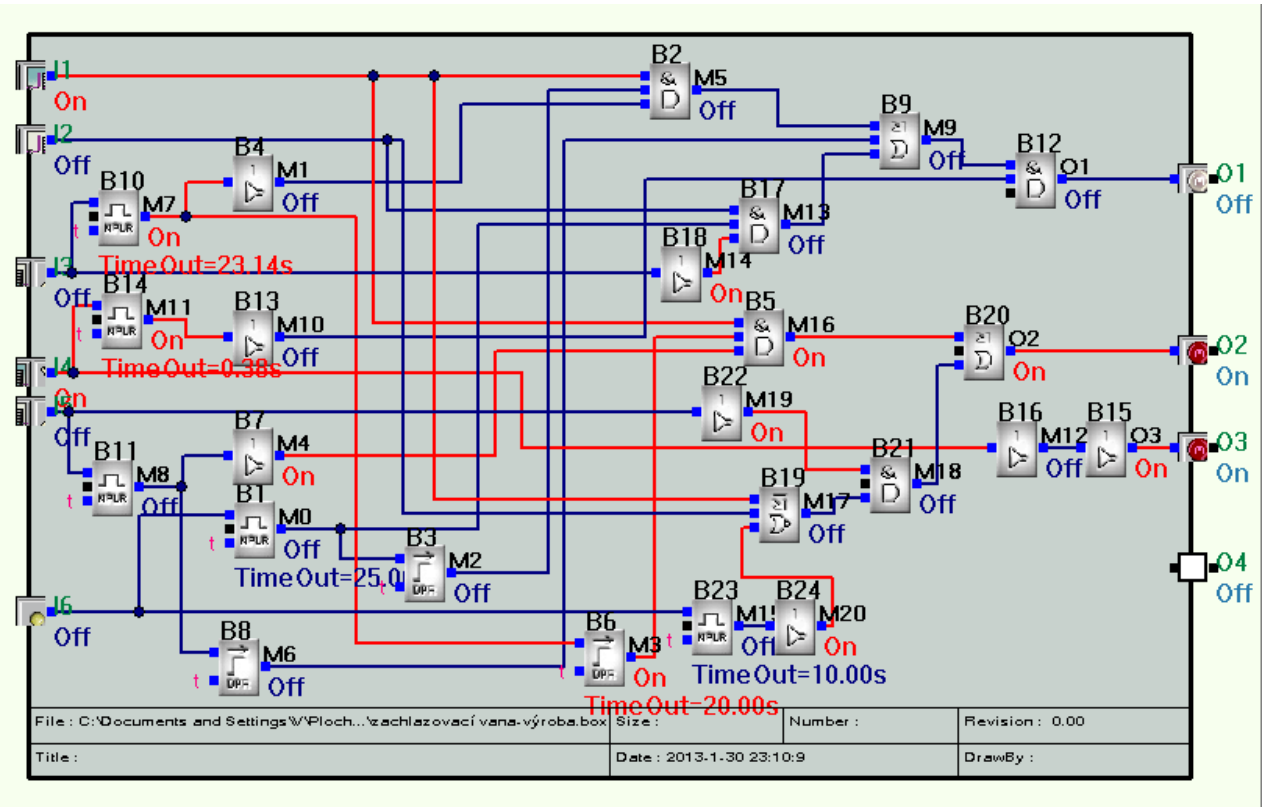
Pracovní plošina dosáhla spodní meze (ponoření odlitku do chladící lázně), sepnul koncový spínač SB1, na vstupu L3 je logická H. Ta je přivedena na PULSE SHAPING (zpožděný odpad) B10. Z jeho výstupu je přivedena logická H na ON DELAY (zpožděný přítrh) B6 (probíhá čas ponoru).



Obr. 34: Stav po odčasování ON DELAY

Na Obr. 34 je znázorněno, co se stane s logickými proměnnými po odčasování ON DELAY (zpožděný přítrh) B6.

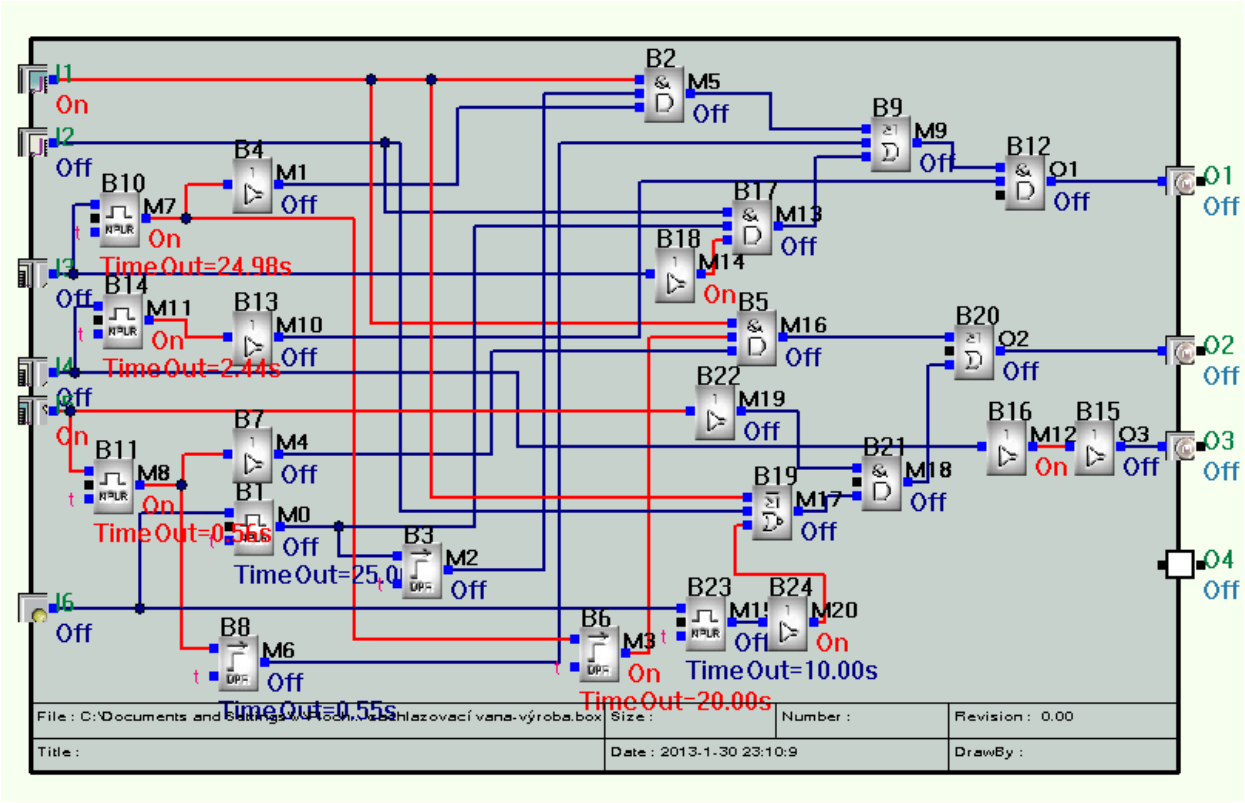
Po odčasování ON DELAY (zpožděný přítrh) B6 pošle logickou H na vstup AND B5. Jelikož je na vstupu L1 logická H, jsou všechny tři vstupy AND B5 v logické H. Na jeho výstupu je také logická H, která se přivede na vstup OR B20. Na výstupu B20 se nastaví také logická H, a tím se aktivuje výstup Q2 (plošina se pohybuje nahoru).



Obr. 35: Stav při dosažení koncového snímače SB2

Na Obr. 35 je znázorněno, co se stane s logickými proměnnými při dosažení koncového snímače základní polohy SB2 při pohybu plošiny nahoru.

Plošina se stále pohybuje nahoru, jelikož jsou všechny tři vstupy AND B5 v logické H. Na jeho výstupu je také logická H, která se přivede na vstup OR B20. Na výstupu B20 se nastaví také logická H, a tím se aktivuje výstup Q2 (plošina se pohybuje nahoru).



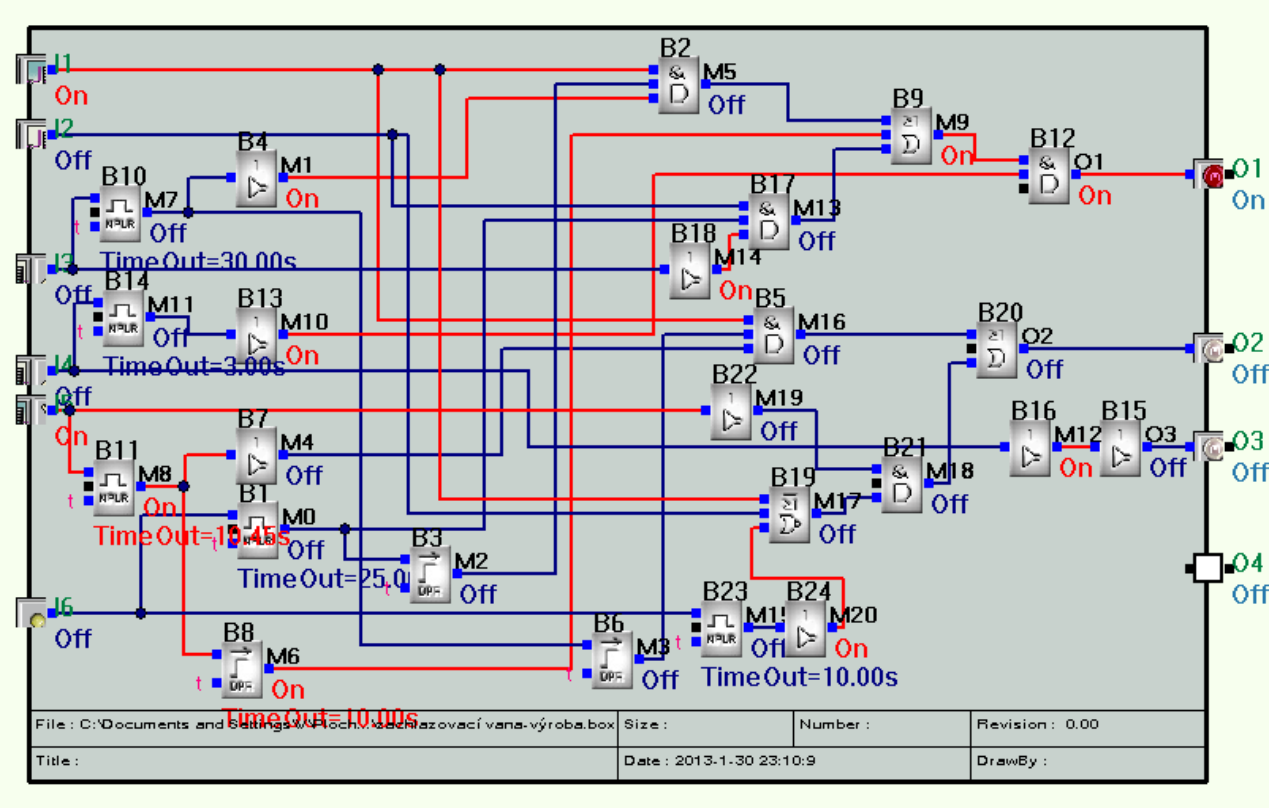
Obr. 36: Stav po sepnutí spínače SB3

Na Obr. 36 je znázorněno, co se stane s logickými proměnnými po dosažení pracovní plošiny horní meze (vyklopení odlitku na manipulační plošinu), sepnutí koncového spínače SB3 vstup L5.

Pracovní plošina dosáhla horní meze (vyklopení odlitku na manipulační plošinu), sepnul koncový spínač SB3, na vstupu L5 je logická H. Ta je přivedena na vstup NOT B22, jeho negovaný výstup, logická L, je poslán na vstup AND B21. Ten dle pravdivostní tabulky posílá logickou L na vstup OR B20, na jeho výstupu je logická L, což vypíná výstup Q2 a plošina se zastaví. Začne časovat PULSE SHAPING (zpožděný odpad) B11 a zároveň ON DELAY (zpožděný přítrh) B8, po jehož odčasování pošle logickou H na vstup OR B9, ten, jelikož nejsou aktivovány spínače pro volbu druhu programu (je aktivován program B), pošle

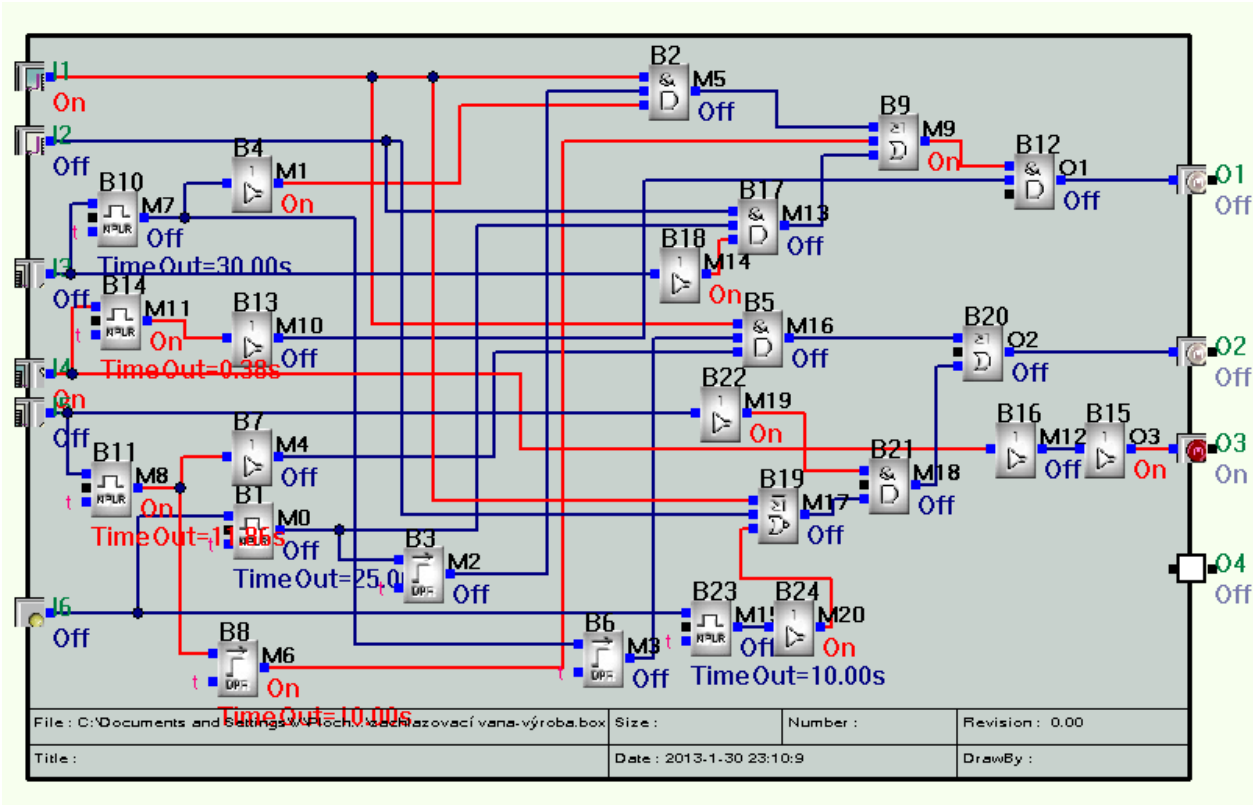
logickou H na vstup AND B12, která posílá logickou H na výstup Q1. Plošina se pohybuje směrem dolu.

ON DELAY (zpožděný přítrh) B8 je zapotřebí k tomu, aby se odlitek stihl sesunout na manipulační plošinu.



Obr. 37: Stav po odčasování času vyklopení

Na Obr. 37 je znázorněn pohyb manipulační plošiny po odčasování času vyklopení.



Obr. 38: Stav, kdy se plošina vrátí do základní polohy

Sepne koncový spínač základní polohy SB2, aktivuje se výstup Q3, hodnoty všech proměnných se ustálí (viz Obr. 4) a systém čeká na nový impuls INP od vyjímacího zařízení.

KONEC PROGRAMU A

10. Závěr

Na závěr bych se pozastavil nad vlastní montáží elektronického řízení, nad vývojem programu a zmínil bych se o nabitých zkušenostech.

Vlastní realizace byla provedena ve firmě Brabant Alucast, s.r.o., Strakonice, kde je kompletní zařízení provozováno na licím pracovišti číslo LP2. Elektronickou část jsem umístil do hlavního rozvaděče licího tlakového lisu BUHLLER. Rozvaděč je dvouskříňový, jedna část je využitá pro silové obvody, jsou zde umístěny napájecí transformátory, usměrňovací bloky, stykače ovládající motory a hlavní vypínač. V této části je poměrně dost volného místa na DIN lištách, ale raději jsem zvolil místo osazení pro můj řídící systém v druhé skříni. Zjistil jsem, že by nebylo vhodné do prostoru silových částí umisťovat elektronické obvody o bezpečném napětí 24 V. Druhá skříň se mi jeví jako vhodnější, jelikož je zde umístěn řídící systém tlakového licího stroje. Je zde daleko méně volného místa, ale 20 cm prostoru na DIN liště potřebného pro mé potřeby jsem našel. Tato skříň je vhodná ale i s jiných důvodů, především je zde dostatek volných svorek, na které je připojeno napájení DC 24 V.

Nespornou výhodou je i to, že je napájení přerušeno takzvaným CENTRÁL STOPEM, po jehož aktivaci obsluhou tlakového lisu se v případě jakéhokoliv nebezpečí stroj jako celek zastaví. Odpadá mi tak řešení bezpečnostních okruhů, které jsem elegantně vyřešil.

V tomto bodě jsem se seznámil se stavbou bezpečnostních okruhů na automatizovaných pracovištích. Byl jsem hodně překvapen, jaká je věnována pozornost výrobcem stroje na bezpečnost. Bezpečnostní okruhy jsou velice rozvětvené a velmi složité. Orientace v těchto obvodech, jak mi potvrdili i zkušení elektrikáři, je složitá a vyžaduje dobré znalosti problematiky a velké zkušenosti.

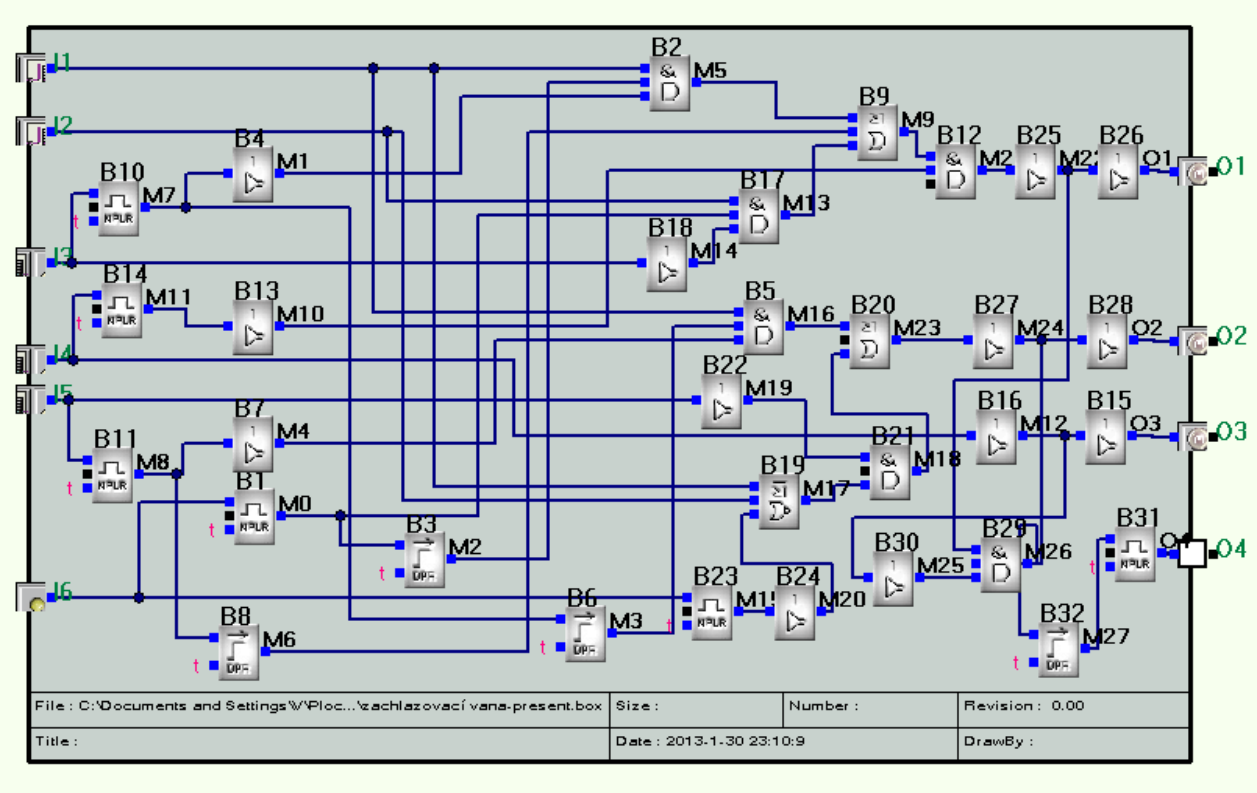
Do skříně je přiveden i signál DC 24 V z bezkontaktního indukčního čidla, který snímá otevřené kleště vyjímacího zařízení. Tento signál využívám pro start programu zachlazovací vany a nazval jsem ho INP.

Abych tento signál našel, musel jsem se nejprve naučit hledat v elektrických schématech a v obvodech strojů. Jak jsem poznal, není to tak jednoduché. Pochopení systému kreslení elektrického schématu mi zabralo dost času. Jak mi praxe ukázala, co výrobce a co jiná země, to jiný systém a bohužel i rozdílné značení elektroschémat.
Předem jsem si připravil programovací automat. Je to nejsložitější část elektroniky, a proto jsem se chtěl vyhnout případným problémům s oživováním systému ve výrobě.
Automat jsem si provizorně zapojil podle schématu, abych mohl simulovat zachlazovací vanu. Do programovacího automatu jsem nahrál vytvořený program a vyzkoušel jsem jeho funkce.
Musím přiznat, že nahrát program do programovacího automatu mělo i své úskalí, především se spojením Comat Boxu kabelem AF-DUSB a softwarem QUICKII. V tomto programu jsem se pohyboval již dobře, ale pouze s vývojem a simulací programu. Musel jsem získat i zkušenost s přenosem nastavení dat. Byl jsem rád, že jsem tuto zkušenost nabil v klidu domova a nemusel jsem se s tím trápit na pracovišti, kde se počítají minuty prostojů strojů. Získal jsem dobrou zkušenost – na řešení problému musí být člověk dobře připraven.
Vlastní osazení a zapojení řízení zachlazovací vany, díky dobré teoretické přípravě, nebyl již velký problém. Při zapojování jsem se naučil od zkušených elektrikářů, kteří mi byli ochotně nápomocni , různé postupy a „vychytávky“ v zapojování a vedení vodičů, kabelů a používání speciálního nářadí.

Ovládací panel jsem umístil u zachlazovací vany v dosahu obsluhy stroje. Zde jsem narazil na zajímavý fenomén, co člověk to jiný názor. K vybrání místa umístění ovládacího panelu jsem byl donucen využít direktivního příkazu vedoucího provozu, který jednoznačně rozhodl a vybral místo pro umístění panelu.
Systém jsem zprovoznil 2.1.2013. Pohon je realizován pomocí pneumatického válce.
V současné době zapojuji řízení zachlazovací vany ještě na dalším stroji COLOSIO. Zde bude pohon řešen již pomocí servopohonu o napětí 3x400 V 50 Hz (**z důvodu výše popsaného**).
Samostatné elektronické řízení sestavené na samostatné DIN liště o rozměru 30 cm jsem odeslal i do mateřské firmy Brabant Alucast v Holandsku. Podle zpráv je již systém v provozu a bezproblémově plní svou funkci.
Mimo jiné mi této úkol pomohl k získání praxe a rozšířil mé vědomosti v oblasti řízení a automatizace, a tak jsem zúročil mé znalosti získané ze SPŠ Písek.
Na závěr jsem ještě vypracoval jakýsi stručný návod pro základní ovládání zařízení.

10.1 Poznámka

Pro potřeby presentace a rovněž ke snadnému pochopení principu funkce zachlazovací vany jsem vyrobil funkční model. Zde je pohon řešen pomocí servopohonu GT1, který pracuje s napětím 230 V 50 Hz. Na DIN liště je přidán zdroj DC 24 V a relé Re3 FINDER TYP: F4061-2Y, které má funkci simulace příchodu signálu INP (start programu). Do konfigurace programu jsou přidány funkční bloky B25, B26, B27, B28, B29, B30 a B32, které tuto funkci INP signálu simulují a modelu je přidána skříňka Moeller TYP: M22-I2, osazená prosvětlovacím tlačítkem Moeller TYP: M22-LH-R, osazené kontaktem Moeller TYP: M22 – KC10 a kontrolkou Moeller TYP: M22-LEDC-R. Tlačítko slouží k ručnímu spuštění signálu INP a LED tuto funkci signalizuje. Dále je zde osazena ovládací hlavice Moeller TYP: M22-WRK s kontaktem Moeller TYP: M22 – KC10. Tento vypínač slouží k vypnutí/zapnutí automatického příchodu signálu INP. Ten je generován programátorem. Tento signál je vyveden na volný výstup programátoru Q4, který je ve verzi „výroba“ nepoužit. Takto



upravený program se dá též použít i ve výrobě, jen se nezapojí výstup Q4.

Obr. 39: Konfigurace programu ve verzi prezent

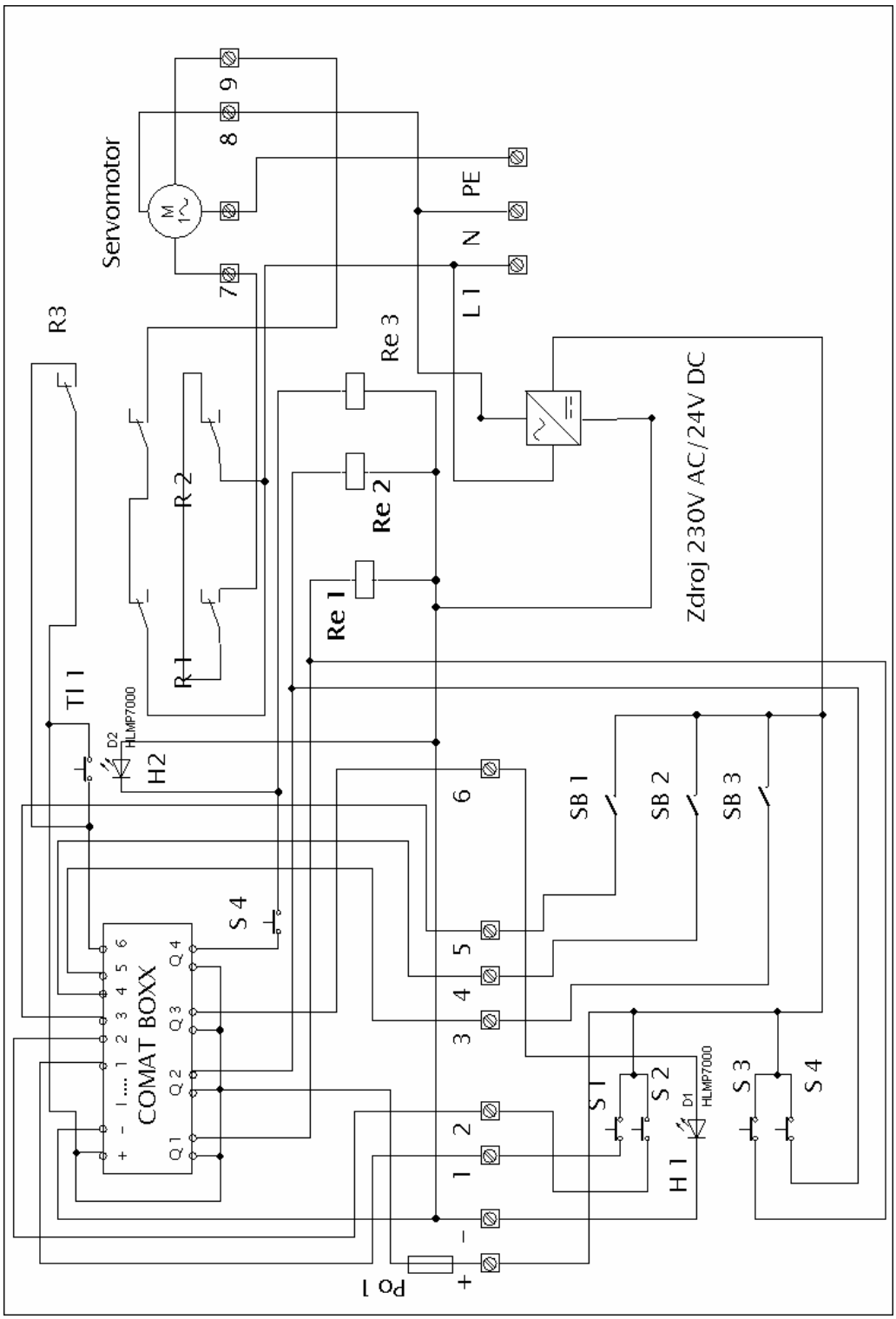
Obr. 39 ukazuje konfiguraci programu ve verzi prezent.

11. Přílohy

1. Zadání maturitní práce
2. Elektroschéma zapojení zachlazovací vany – prezent
3. Elektroschéma zapojení zachlazovací vany
4. Rychlý manuál
5. Rozpočet
6. Výpis programu zachlazovací vana – výroba
7. Výpis programu zachlazovací vana – prezent
8. Pohledy na jednotlivé kroky zařízení v praxi
9. Propagační leták TURCK
10. Manuál Comat AG
11. Dokumentace na CD

Příloha č. 2

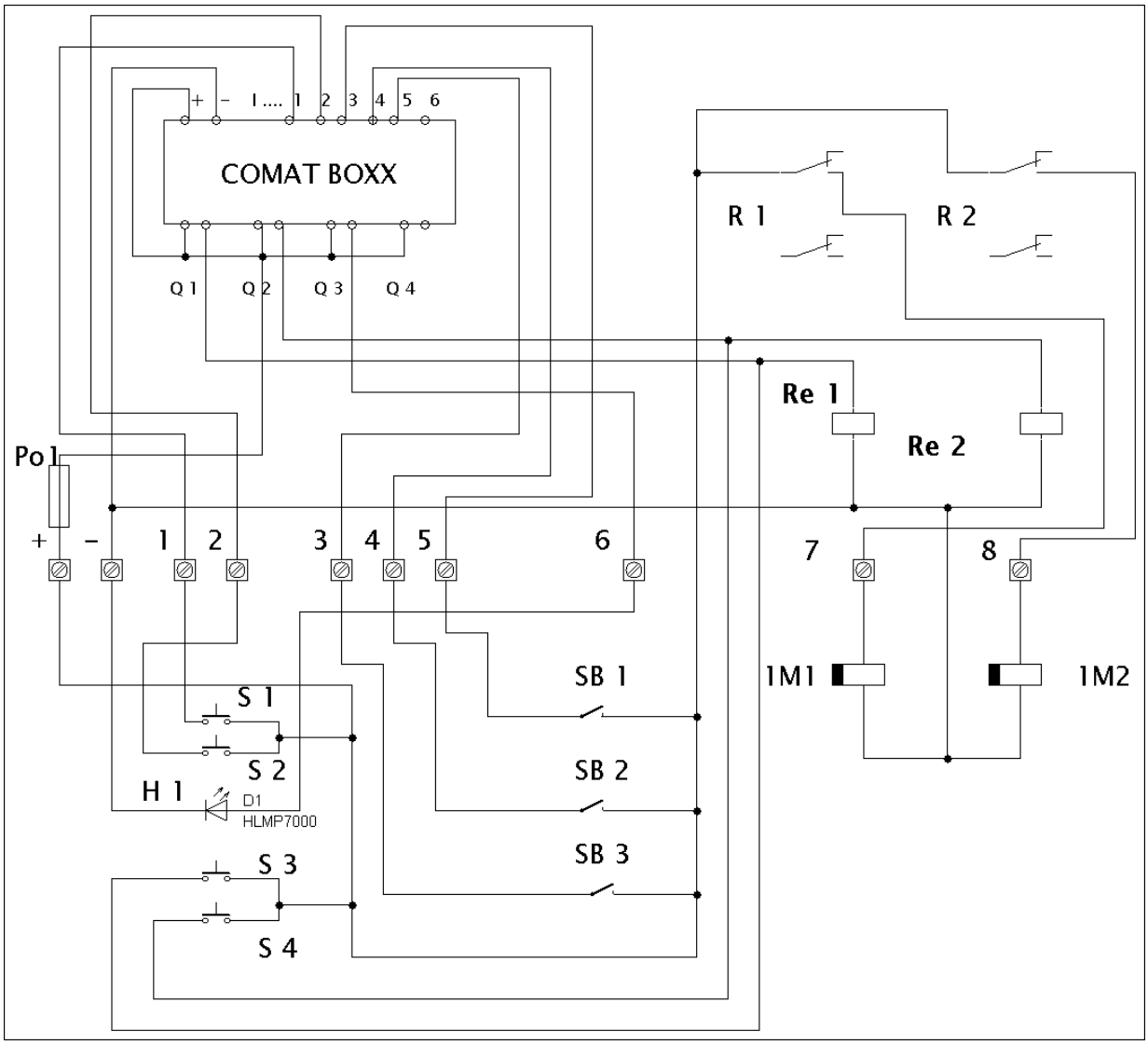
Elektrické schéma presentačního panelu:



Obr. 40: Elektrické schéma presentačního panelu

Příloha č. 3

Elektrické schéma zapojení řízení zachlazovací vany:



Obr. 41: Elektrické schéma zapojení řízení zachlazovací vany

Příloha č. 4

Rychlý manuál

- Tento manuál bude sloužit jako návod k snadné obsluze zařízení, jak pro obsluhu, tak pro technology a údržbu.

1. Přepínačem MANUÁL najít základní polohu pracovní plošiny (vodorovná pozice).
2. Musí se rozsvítit zelená signálka a panelu.
3. Přepínač PROGRAM nastavit do požadované polohy dle zvoleného programu A, B, C.
4. Spustit automatický cyklus licího stroje.
5. Pokud bude zapotřebí upravit čas kroku pro popouštění na vzduchu nebo čas zachlazení v lázni, připojte do programátoru kabel, který zapojte do portu USB v PC, kde máte nainstalovaný software QUICKII.
6. Otevřete QUICKII a s pomocí tohoto programu připojte programátor.
7. Změňte časovač B3 pro čas kroku, pro popouštění a nebo časovač B6 zachlazení.
8. V programu QUICKII odpojte programátor a vyjměte kabel.
9. Překontrolujte stav signálky H1, případě pokračujte dle bodu 1.

Příloha č. 5

Rozpočet

Název	**počet**	**cena/jedn.**	**cena**
1 x …… pneumotor D = 40 mm ,l =800 mm FESTO	1	4 800,00 Kč	4 800,00 Kč
1 x …… 5/3 rozvaděč PARKER	1	3 580,00 Kč	3 580,00 Kč
2 x …… jednosměrný škrtící ventil FESTO	2	1 250,00 Kč	2 500,00 Kč
2 x …… tlumič hluku FESTO	2	800,00 Kč	1 600,00 Kč
3 x …… koncový spínač TYP:SP5	3	680,00 Kč	2 040,00 Kč
1 x ……skříňka Moeller TYP:M22-I13	1	270,00 Kč	270,00 Kč
1 x ……hlavice tří polohová Moeller TYP:M22-WR3	1	352,00 Kč	352,00 Kč
4 x ……spínací jednotka Moeller TYP:M22-KC10	4	175,00 Kč	700,00 Kč
1 x ……signalizační hlavice zelená Moeller TYP:M22-LH-G	1	280,00 Kč	280,00 Kč
1 x ……LED kontrolkou Moeller TYP.M22-LEDC-G.	1	125,00 Kč	125,00 Kč
1 x ……DIN lišta 30 cm	1	95,00 Kč	95,00 Kč
7 x ……svorky WAGO TYP:2002-1201	7	24,00 Kč	168,00 Kč
1 x ……Comat BoxX TYPU: AF-10MR-D-LCD/DC24V	1	5 100,00 Kč	5 100,00 Kč
1 x ……pouzdro na přístrojovou pojistku TYP:PC-4-HE	1	69,00 Kč	69,00 Kč
2 x ……patice na relé FINDER TYP: F9474	2	214,00 Kč	428,00 Kč
1 x ……relé FINDER TYPU: RELEF5533-24	1	320,00 Kč	320,00 Kč
1 x ……trubičková přístrojová pojistka 5 x 20 1A.	1	15,00 Kč	15,00 Kč
1 x ……rozvodná Krabice EC-410C6 190x140x70 IP56	1	88,00 Kč	88,00 Kč
2 x ……průchodka TYP:PG 9	2	25,00 Kč	50,00 Kč

2 x ……průchodka PG13,5	2	25,00 Kč	50,00 Kč
10 m ….kabel CYSY 12 x 075	10	99,00 Kč	990,00 Kč
10 m ….silový kabel CYSY 4 x 2,5.	10	16,00 Kč	160,00 Kč
5 m……lankový drát TYP:CYA modrý o průřezu 1,0 mm2.	5	22,00 Kč	110,00 Kč
4 m…....lankový drát TYP:CYA červený o průřezu 1,0 mm2	4	22,00 Kč	88,00 Kč
2 m..….lankový drát TYP:CYA zeleno/žlutý o průřezu 1,0 mm2	2	22,00 Kč	44,00 Kč
Vykonaná práce hodin	12	220,00 Kč	2 640,00 Kč
	celková cena		**26 662,00 Kč**
			Bez DPH

Seznam odborné literatury:

[1] Od logických obvodů k mikroprocesorům, Jean-Michel Bernard, Jan Hugo

[2] Pneumatika - praktické úlohy z elektropneumaticky - SŠT Žďár na Sázavou

[3] Dokumentace TURCK

[4] Dokumentace Comat AG

[5] Časopis Amatérské rádio