

VYŠŠÍ ODBORNÁ ŠKOLA, STŘEDNÍ ŠKOLA,
CENTRUM ODBORNÉ PŘÍPRAVY



ABSOLVENTSKÁ PRÁCE

Procesní automatizace FESTO
- využití periférií a PC ve výuce

Sezimovo Ústí, 2013

Autor: Jan Kročák



ZADÁNÍ ABSOLVENTSKÉ PRÁCE

Student: **Jan Kročák**
Obor studia: 26-41-N/01 Elektrotechnika – mechatronické systémy
Název práce: **Procesní automatizace FESTO – využití periférií a PC ve výuce**

Zásady pro vypracování:

1. Popište sestavu stanic procesní automatizace.
2. Zpracujte přehled a možností využití periférií a SW stanic procesní automatizace.
3. Pro vybraná zařízení vypracujte návod k využití a uplatnění ve výukovém procesu.
4. Sestavte vzorové úlohy na zvolená témata a disciplíny.
5. Absolventskou práci vypracujte problémově ve struktuře odpovídající vědecké práci.

Doporučená literatura:

- [1] FUKA, Jan, *Sestavy stanic FESTO: Návod k obsluze učební text*, Sezimovo Ústí, 2011, Skripta, VOŠ, SŠ, COP, Sezimovo Ústí.
- [2] FESTO, FluidLab® PA for Compact Workstation and EduKit® PA Manual_EN, 2008, Manual, Festo Didactic GmbH & Co. FluidLab®-PA Software.
- [3] FESTO, FluidLab® PA for MPS® PA Manual_EN, 2008, Manual, Festo Didactic GmbH & Co. FluidLab®-PA.
- [4] FESTO, MPS® PA Workbook 548591_EN, Skripta, Festo Didactic GmbH & Co. KG • MPS® PA.
- [5] FESTO, MPS® PA Solutions 709743_EN, Skripta, Festo Didactic GmbH & Co. KG • MPS® PA.

Vedoucí práce: Ing. Jan Fuka, VOŠ, SŠ, COP, Sezimovo Ústí
Odborný konzultant práce: Ing. Jaroslav Svoboda, VOŠ, SŠ, COP, Sezimovo Ústí
Oponent práce: Bc. Miroslav Hospodářský, VOŠ, SŠ, COP, Sezimovo Ústí

Datum zadání absolventské práce: **3.9.2012**

Datum odevzdání absolventské práce: **30.4.2013**

Ing. Jan Fuka
(vedoucí práce)

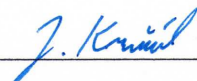


Ing. František Kamlach
(ředitel školy)

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou absolventskou práci vypracoval samostatně a použil jsem podklady (literaturu, projekty, SW atd.) uvedené v příloženém seznamu.

V Sezimově Ústí dne 29.4.2013



Podpis autora

Poděkování

Tato práce byla zpracována jako absolventská práce v rámci řádného ukončení 3. ročníku vyššího odborného vzdělání oboru Mechatronika. Vedoucím práce byl pan učitel Ing. Jan Fuka, kterému tímto děkuji za odborné konzultace a cenné rady týkající se struktury i obsahu práce.

Zároveň děkuji vedení Vyšší odborné školy, Střední školy, Centra odborné přípravy Sezimova Ústí a pedagogům této školy. Děkuji zejména panu zástupci Mgr. Blechovi za přínosné semináře k absolventské práci. Cenné rady mi poskytl také odborný konzultant pan Ing. Jaroslav Svoboda.

Zároveň chci poděkovat společnosti FESTO za umožnění používat jejich materiály a prostředky při vypracování této práce zvláště paní Ing. Olze Tůmové z oddělení pro vzdělávání a semináře.

Anotace

Tato absolventská práce se zabývá vytvořením učební pomůcky pro výuku oboru Mechatronických systémů a jiných předmětů na škole VOŠ, SŠ, Centrum odborné přípravy Sezimovo Ústí. Jejím tématem jsou stanice MPS® PA, systémy procesu zpracování kapalin. Nejprve jsou popsány jednotlivé stanice, jejich konstrukce a funkce. Poté se práce zabývá seznámením se softwarem pro řízení těchto stanic na PC. Posledním krokem je vytvoření návrhů úloh prací na těchto stanicích.

Annotation

This graduate thesis deals with creating teaching aids for teaching field in mechatronic systems and other subjects at school VOŠ, SŠ, Centrum odborné přípravy Sezimovo Ústí. The main themes are MPS® PA stations and systems processing liquids. First are described construction of stations, their structure and function. After that the work deals with creating of familiarization with the software for the management of these stations on PC. The last step is creation of simple suggestions for examples of work on these stations.

Obsah

1	Úvod	1
2	Popis stanic procesní automatizace (PA)	3
2.1	Filtrační stanice	4
2.1.1	Popis filtrační stanice.....	5
2.1.2	Zapojení filtrační stanice.....	6
2.1.3	Funkce filtrační stanice	7
2.1.4	Technická data filtrační stanice.....	7
2.2	Mixážní stanice	8
2.2.1	Popis mixážní stanice.....	8
2.2.2	Zapojení mixážní stanice	10
2.2.3	Funkce mixážní stanice.....	10
2.2.4	Parametry mixážní stanice	11
2.3	Reaktorová stanice	12
2.3.1	Popis reaktorové stanice	12
2.3.2	Zapojení reaktorové stanice	14
2.3.3	Funkce reaktorové stanice.....	14
2.3.4	Parametry reaktorové stanice	15
2.4	Plnicí stanice	16
2.4.1	Popis plnicí stanice	16
2.4.2	Zapojení plnicí stanice	18
2.4.3	Funkce plnicí stanice	18
2.4.4	Parametry plnicí stanice.....	19
3	EasyPort.....	21
3.1	Funkce EasyPort D8A	21
3.2	Konektory a ovládací prvky EasyPort modulu	22
3.3	Výbava EasyPort modulu	23
3.4	Bezpečnostní pokyny	24
3.5	Připojení k PC	24
3.6	Zobrazovací a ovládací prvky EasyPort	26
3.7	Ovladače a Software.....	27
3.8	Technická data EasyPort modulu	27
3.9	Nastavení adresy	28

3.10 Svorky	28
3.11 Napájecí zdroj.....	29
3.12 Datové rozhraní	29
4 Programové vybavení stanic procesní automatizace.....	31
4.1 EasyPort Demo aplikace.....	31
4.2 EasyVeep.....	33
4.3 FluidLab	35
4.3.1 Settings	36
4.3.2 Záložka Filtering.....	38
4.3.3 Záložka Demo.....	38
4.3.4 Skupina záložek Measurement.....	39
4.3.5 Záložka Control	39
4.3.6 Záložka Measuring.....	40
4.3.7 Záložka Prop_V characteristic curve.....	41
4.3.8 Záložka Ramp	42
4.3.9 Záložka 2-Point controller.....	43
4.3.10 Záložka Continuous controller	44
5 Návrh úloh pro práce se stanicemi MPS® PA	47
6 Závěr	49
Literatura:.....	51
Příloha A Použitý software.....	i
Příloha B Žádost o umožnění používání materiálů společnosti FESTO	iii
Příloha C Obsah příloženého DVD	v
Příloha D Výkresová dokumentace stanic MPS® PA.....	vi

Seznam obrázků

Obrázek 1: Sestavy Festo [4]	3
Obrázek 2: Filtrační stanice [2].....	4
Obrázek 3: Schematické znázornění filtrační stanice [2].....	5
Obrázek 4: Mixážní stanice [2].....	8
Obrázek 5: Schematické znázornění mixážní stanice [2]	9
Obrázek 6: Reaktorová stanice [2].....	12
Obrázek 7: Schematické znázornění reaktorové stanice [2]	13
Obrázek 8: Plnicí stanice [2].....	16
Obrázek 9: Schématické znázornění plnicí stanice [2]	17
Obrázek 10: EasyPort modul [6].....	21
Obrázek 11: Konektory a ovládací prvky EasyPort modulu [6]	22
Obrázek 12: Připojení EasyPort modulů pomocí USB rozbočovače [6].....	23
Obrázek 13: Propojení EasyPort modulu se stanicí PA a PC [3].....	24
Obrázek 15: EasyPort modul ovládací prvky, LED diody a display [6].....	26
Obrázek 16: Programové prostředí programu EasyPort Demo aplikace	31
Obrázek 17: EasyPort Demo aplikace nabídka connect	32
Obrázek 18: Programové prostředí programu EasyVeep.....	33
Obrázek 19: Popis jednotlivých záložek programu EasyVeep	33
Obrázek 20: EasyVeep výběr zvoleného modelu	34
Obrázek 21: Uvodní okno programu FluidLab	35
Obrázek 22: Okno Settings	36
Obrázek 23: Pole s rovnicí převodu signálu a příslušná okénka parametrů	36
Obrázek 24: Graf lineární rovnice.....	37
Obrázek 25: FluidLab záložka Demo	38
Obrázek 26: FluidLab záložka Control	40
Obrázek 27: FluidLAB záložka Prop_V.....	41
Obrázek 28: FluidLab záložka Ramp.....	42
Obrázek 29: FluidLab záložka 2-point controller	43
Obrázek 30: Průběh signálů ukázkové dvoubodové regulace.....	44
Obrázek 31: FluidLab záložka Spojitého regulátoru	44
Obrázek 32: Průběh signálů ukázkové spojitě PID regulace	45

Seznam tabulek

Tabulka 1: Parametry filtrační stanice [1].....	7
Tabulka 2: Parametry mixážní stanice [1]	11
Tabulka 3: Parametry reaktorové stanice [1]	15
Tabulka 4: Parametry plnicí stanice [1]	19
Tabulka 5: Technická data EasyPort modulu [6].....	27
Tabulka 6: Tabulka popisu signálů na svorkách EasyPort modulu [6].....	28
Tabulka 7: Tabulka popisu signálů na konektoru D-Sub [6]	29

Seznam použitých symbolů

Symbol	Význam
V	Napětí jednotky volty [V]
A	Proud jednotky ampéry [A]
W	Výkon jednotky wattů [W]
Bar	Tlak jednotky bar/atmosféra [bar]
l	Litr [l]
PA	Stanice procesní automatizace společnosti Festo MPS® PA
MPS® PA	Soustava stanic procesní automatizace společnosti Festo
LED	Led dioda/signálka/informační prvek
PC	Počítač s nainstalovaným operačním systémem
PLC	Programovatelný logický automat (Programmable Logic Controller)

1 Úvod

Obor mechatronika spojuje do sebe velké množství oborů například mechaniku, elektroniku, výpočetní techniku a mnoho dalších oborů. Jedná se o velice rozsáhlý obor, který vyžaduje velké množství znalostí, aby bylo možné porozumět veškeré činnosti, které tato disciplína zahrnuje. Proto je více důležité než u jiných oborů využívání reálných pomůcek, které umožňují si v praxi osvojit mnohé poznatky nabyté teoretickým studiem. Díky těmto pomůckám si student rychle osvojí nové poznatky, lépe a rychleji pochopí problematiku dané věci a výuka je celkově přitažlivější.



Hezkou ukázkou takové učební pomůcky je sestava stanic Festo MPS® PA, která představuje sestavu čtyř stanic zpracování kapalin. Tyto stanice jsou složité mechatronické systémy a proto je zapotřebí, aby studenti při práci s nimi již disponovali základními znalostmi z oborů mechatronika, např.: znalostí pneumatiky, ventilů, elektroniky atd....

Cílem této práce je vytvořit úvodní seznámení s těmito stanicemi, popsat jejich složení, jak fungují, jaké akční členy a senzory se na nich nacházejí a jaké funkce je na těchto stanicích možné řídit. Dále seznámení s možností propojení stanic s PC pomocí EasyPort modulu a následné řízení a simulace chodu těchto stanic pomocí ovládání z PC dodávanými softwarovými řešeními od firmy Festo. Mezi ně patří EasyPort demo aplikace, EasyVeep a FluidLab. Dále navrhuji jaké typy operací a úkolů studenti s těmito stanicemi mohou provádět a jaký přínos pro studium to má.

2 Popis stanic procesní automatizace (PA)

V této kapitole se budu zabírat popisem jednotlivých stanic procesní automatizace Festo za účelem seznámení s jednotlivými částmi a prvky jednotlivých sestav. Komplet se skládá z jednotlivých sestav a to filtrační stanice (Filtration station), mixážní stanice (Mixing station), reaktorové stanice (Reactor station) a plnicí stanice (Bottling station).



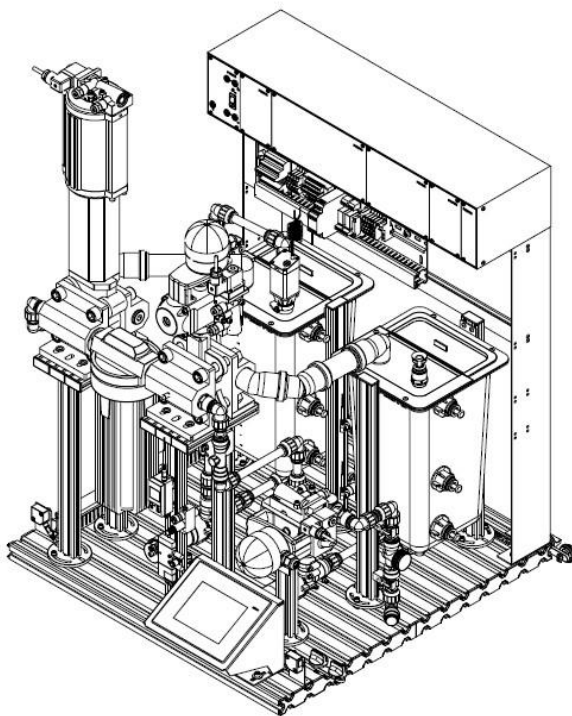
Obrázek 1: Sestavy Festo [4]

Festo Didactic Learning System byl vyvinut a vyroben výhradně pro účely odborného a dalšího vzdělávání v oblasti automatizace procesů a technologie.

Vypracovávám popis jednotlivých stanic, jejich konstrukce, funkce a procesy které v nich probíhají. Za účel pokládám seznámení studenta s těmito stanicemi tak, aby jim porozuměl a mohl je využívat při studiu v hodinách Mechatronických systémů, ale i jiných. Toto porozumění stanicím a jejich pochopení spolu s obecnými znalostmi z příslušných oborů je základ k schopnosti pracovat a využívat tyto systémy, nebo systémy jim podobné.

2.1 Filtrační stanice

Filtrační stanice představuje regulovanou soustavu s digitálními a analogickými senzory, akčními členy a pasivními prvky. Tlakový systém je řízený PLC a regulátorem. Kapalina, která má být filtrovaná, je dodávána z nádrže špinavé vody do filtru pomocí čerpadla. Filtrovaná voda je pak dopravována do nádrže čisté vody přes klapkový ventil. Odtud může být čerpána do následující stanice, nebo zpět do nádrže špinavé vody. Během tohoto vyplachovacího procesu, kdy je filtr naplněn kapalinou, jsou nečistoty odstraněny z filtru. Kapalina obsahující uvolněné špinavé částičky se tak vrací do nádrže špinavé vody.



Obrázek 2: Filtrační stanice [2]

Automatický režim řízení stanice má dva základní recepty a to je čerpání kapaliny v ručním řízení z nádrže špinavá voda do nádrže čistá voda. V druhém režimu automatického řízení jde o čerpání kapaliny z nádrže špinavá voda do nádrže čistá voda přes filtr. V tomto režimu se nastavuje tlak, kterým bude kapalina čerpána skrz filtr.

Filtrační stanice může být v kombinaci s jinými stanicemi – reaktorové, mixážní a plnicí – tvořit výukový provoz. Jsou možné různé varianty zapojení:

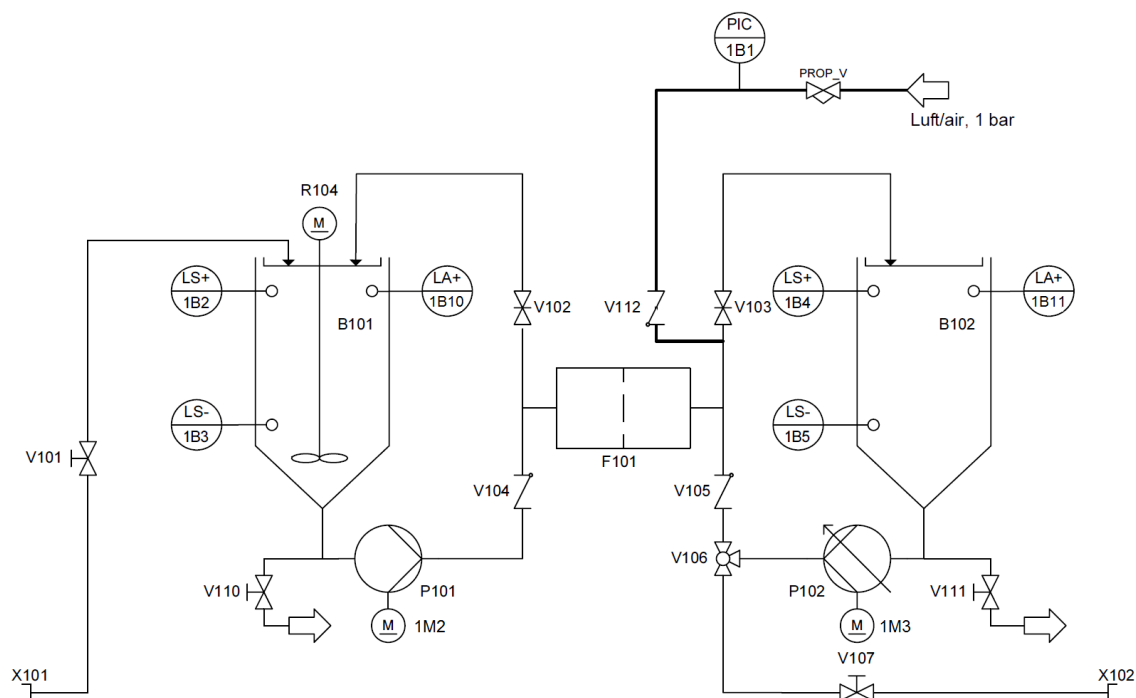
- Předchozí PA stanice:
Mixážní stanice, reaktorová stanice
- Následující PA stanice:
Mixážní stanice, reaktorová stanice, plnicí stanice

U této stanice je regulovanou veličinou tlak kapaliny při zpětném čerpání skrz filtr z nádrže čistá voda B101 do nádrže špinavá voda B102, tato regulace je řízená PID

regulátorem, prováděna PLC. Akčním členem je regulované odstředivé čerpadlo, které vyvíjí tlak kapaliny v závislosti na jeho otáčkách a tlakový ventil, který v závislosti na regulátoru tlaku zvyšuje tlak v systému tlakem vzduchu. Tlak je snímán čidlem tlaku 1B1.

2.1.1 Popis filtrační stanice

Soustava se skládá ze dvou nádrží. Z nádrže se špinavou vodou B101 a nádrže s čistou vodou B102. Každá nádrž má tři senzory a to v nádrži se špinavou vodou kapacitním senzor 1B3 pro zjištění přítomnosti kapaliny v nádrži. Další kapacitní senzor 1B2 indikuje naplnění nádrže na maximální provozní hodnotu a plovákový spínač 1B10 slouží jako ochrana proti přetečení. V nádrži s čistou vodou to jsou stejné typy senzorů označeny jako 1B5, 1B4 a 1B11. V nádrži se špinavou vodou se nachází motorek R104 spojený hřídelí s vrtulkou, která slouží k míchání kapaliny v nádrži. Do nádrže špinavá voda vede trubice z předchozí stanice, která slouží k plnění nádrže, pokud je stanice zapojena jako následná, po otevření ručního ventilu V101 a zapnutí čerpadla předchozí stanice.



Obrázek 3: Schematické znázornění filtrační stanice [2]

Z nádrže vede trubicí vývod, který buď otevřením ručního ventilu V110 slouží k vypouštění kapaliny z této nádrže, nebo po zapnutí motoru 1M2 čerpadla P101 k přesunu kapaliny dál v rámci stanice. Skrz zpětný ventil V104 do filtru F101 při zavřeném šoupátkovém ventilu V102, nebo při otevřeném ventilu zpět do nádrže špinavá voda. Z filtru jde kapalina skrz otevřený klapkový ventil V103 do nádrže čistá voda. Z nádrže čistá voda vede trubice, na které je možné ručním ventilem V111 vypustit kapalinu pryč ze soustavy. Na stejné trubicí je odbočka na regulované čerpadlo P102, které dopravuje kapalinu skrz třicestný kulový ventil V106 a otevřený ruční ventil V107 do následné stanice, nebo v případě druhého nastavení kulového ventilu zpět do filtru přes zpětný ventil V105 a otevřený šoupátkový ventil V102 do nádrže špinavá voda.

2.1.2 Zapojení filtrační stanice

Filtrační stanice tak jako ostatní mohou být provozovány v režimu samostatné stanice nebo v režimu s následnými stanicemi. Pokud je stanice v zapojení samostatné stanice, kapalina se plní horem přímo do nádrže špinavé vody, plnicí ventil musí být uzavřen a utěsněn, ruční výpustný ventil a ventil do následné stanice musí být uzavřeny.

V případě zapojení s následnými stanicemi, je-li filtrační stanice jako první, je kapalina naplněná přímo do nádrže špinavé vody při zavřeném výpustním ventilu V110, jako v případě jednotlivé stanice. Je-li stanice zařazena jako následující, pak je nádrž špinavé vody připojena k čerpadlu předchozí stanice přes koncovku na přívodní trubicí z předchozí stanice a ruční ventil V101 musí být otevřen. Kapalina je pak čerpaná do nádrže filtrační stanice čerpadlem předchozí PA stanice. Jakmile je proces filtrace kapaliny dokončený, kapalina může být přepravována k další PA stanici s využitím příslušného čerpadla P102 přes otevřený ruční ventil V107. Nebo se vrací v regulačním režimu proplachu (Rinsing) zpět do nádrže špinavé vody.

Komunikace mezi MPS - PA stanicemi je provedena přes „ StationLink“. Pro komunikaci jednotlivých stanic přímo mezi sebou pomocí optočlenů. Filtrační stanice je vybavena vysílačem a přijímačem pro tuto komunikaci.

2.1.3 Funkce filtrační stanice

Po spuštění procesu, bude kapalina dodávána čerpadlem špinavé vody P101 do filtru F101. Odtud pak do nádrže čisté vody. Druhá funkční sekvence vrací kapalinu z nádrže čisté vody do nádrže špinavé vody. Během tohoto vyplachovacího procesu dopravuje regulované čerpadlo P102 kapalinu skrz filtr v opačném směru přes třicestný kulový ventil. Regulovaný tlakový ventil během tohoto procesu dodává do potrubí tlak vzduchu, který vytváří řízený tlak skrz filtr a snímač tlaku. Navíc se tím zabrání usazování nečistot na dně nádrže špinavé vody. Jakmile je filtrační proces dokončený, je možno čerpat kapalinu z nádrže čisté vody zpět, nebo kapalinu dopravit do následné stanice, vždy s využitím druhého čerpadla P102. Operace čerpání do následné stanice nemůže být uskutečněna, je-li nádrž v této stanici již naplněna kapalinou. Komunikace mezi stanicemi jsou provedené přes vysílače a přijímače.

2.1.4 Technická data filtrační stanice

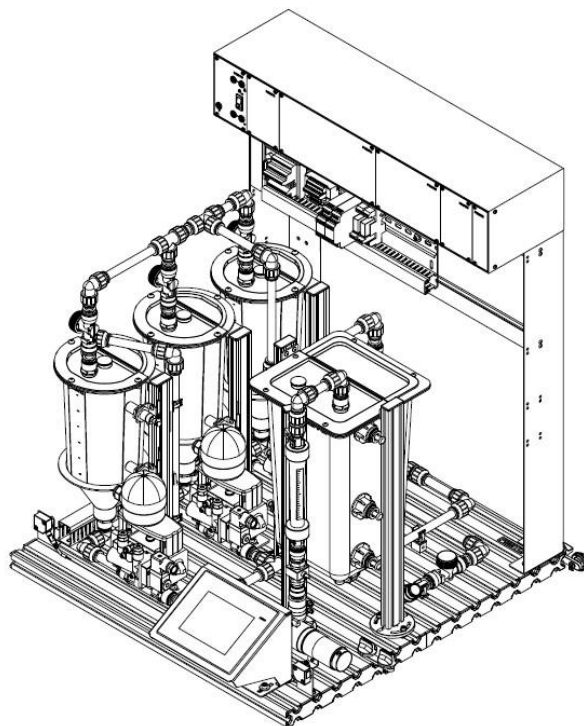
Filtrační stanice má parametry fyzikálních vlastností, elektrických signálů a velikosti akčních zásahů viz tabulka 1.

Tabulka 1: Parametry filtrační stanice [1]

Parametry	Hodnoty
Maximální tlak v potrubí	0,5 bar (50kPa)
Elektrické napájení stanice	24 V DC / 4,5A
Rozměry profilové desky	700 x 700 x 32 mm
Průtok čerpadlem	0 - 6 l/min
Maximální průtok filtrem	13,04 l/min
Objem zásobníku čisté vody	10 litrů
Objem zásobníku špinavé vody	10 litrů
Flexibilní potrubní systém	DN15 (Ø 15 mm)
Počet digitálních vstupů	8
Počet digitálních výstupů	6
Počet analogových vstupů	1
Počet analogových výstupů	1 (2)
Proporcionální regulátor tlaku	0 - 10 V
Čerpadla poháněná motorem	On / Off
Míchadlo s převodovkou	On / Off
Analogové ovládání též možné	0 - 10 V
Snímače tlaku 0-10 bar	0 - 10 V

2.2 Mixážní stanice

Mixážní stanice se sestává z řízeného systému s digitálními a analogickými senzory a akčními členy. Řízený tokový systém je ovládaný přes PLC a regulátor. Proces je vykonáván v závislosti na volbě množství směřované kapaliny (0 – 10 litrů) a receptu. Podle vybraného receptu je směs přepravovaná z tří nádrží složek do hlavní nádrže dávkovacím čerpadlem. Připravená směs může být následně čerpána do následné stanice.



Obrázek 4: Mixážní stanice [2]

Mixážní stanice může v kombinaci s jinými stanicemi tvořit systém, například s využitím filtrační, reaktorové a plnicí stanice. Jsou možné různé varianty:

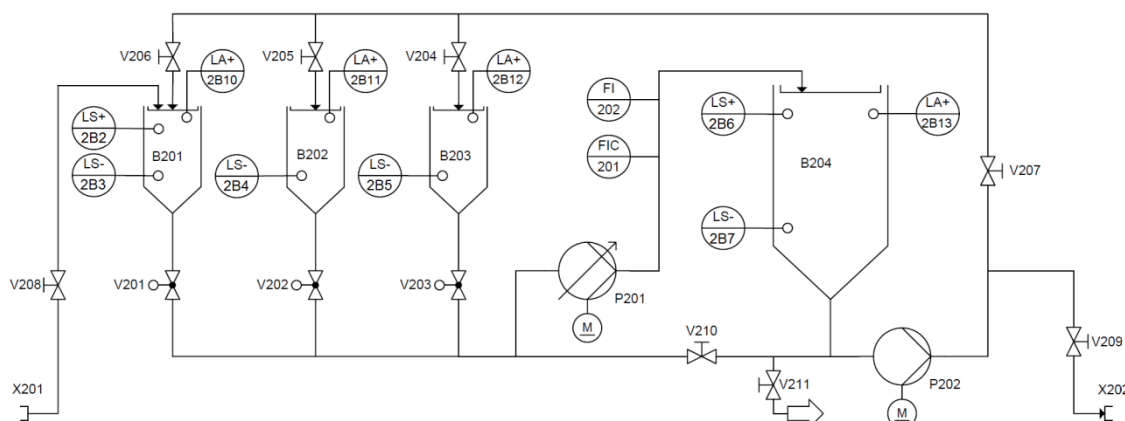
- Předchozí PA stanice:
 Filtrační stanice, reaktorová stanice
- Následující PA stanice:
 Filtrační stanice, reaktorová stanice, plnicí stanice

U této stanice je regulovanou veličinou průtok kapaliny, který se mění pomocí akčního členu - dávkovacího čerpadla. Průtok je snímán optoelektronickým lopatkovým průtokovým senzorem. Mechanický plovákový senzor slouží k optickému znázornění hodnoty průtoku a je pouze orientační jako doplňkový zdroj informací pro obsluhu.

2.2.1 Popis mixážní stanice

Mixážní stanice se skládá ze čtyř nádob. Tři nádoby slouží pro jednotlivé složky směsi (B201, B202, B203) a čtvrtá nádoba B204 slouží jako směšovací. Přívod kapaliny z předchozí stanice je realizován trubkovým přívodem do nádrže B201, tato nádrž má kapacitní senzory 2B3 pro nízký stav hladiny a kapacitní senzor 2B2 pro vysoký stav

hladiny. Zbylé dvě nádoby složek B202 a B203 mají senzory pouze nízkého stavu kapaliny 2B4 a 2B5. Každá nádrž složky má plovákový senzor 2B10, 2B11, 2B12 zabezpečující systém proti přetečení vypnutím čerpadel. Na trubkovém vývodu jsou pro jednotlivé nádrže umístěny kulové pneumaticky ovládané ventily V201, V202 a V203, z těchto ventilů dále pokračují trubky do spojky před rotačním čerpadlem P201, které dopravuje kapalinu do směšovací nádrže B204 skrz průtokový senzor 2B1. V směšovací nádrži jsou tři senzory, kapacitní senzor 2B7 pro nízký stav hladiny, kapacitní senzor 2B6 pro vysoký stav hladiny a třetím je plovákový senzor 2B13 zabezpečující systém proti přetečení, taktéž vypnutím čerpadel. Z mixážní nádrže vede opět trubkový spoj, ze kterého je možno po otevření ručního ventilu V211 kapalinu ze systému vyprázdnit, nebo otevřením ručního ventilu V210 a zároveň otevřených ventilech V201, V202, V203, nebo jejich kombinací samotížným stavem vyrovnat hladinu kapalin v nádržích. Nebo po zapnutí čerpadla P202 čerpat kapalinu do následné stanice po otevření ručního ventilu V209, nebo po otevření ručního ventilu V207 zpět k nádržím jednotlivých směsí, kde si otevřením jednoho z ventilů V206, V205, V204 nebo jejich kombinací vybereme, do které nádoby složky se bude kapalina čerpat.



Obrázek 5: Schematické znázornění mixážní stanice [2]

U této stanice mohou být využity následující řídicí funkce:

- PID řízení čerpání kapalin podle průtoku
- Dávkování kapalin podle nastaveného receptu

2.2.2 Zapojení mixážní stanice

Mixážní stanice tak jako ostatní mohou být zapojeny v režimu samostatné stanice nebo v režimu s následnými stanicemi. Pokud je stanice v zapojení samostatné stanice, kapalina se plní horem přímo do nádrží jednotlivých složek směsí, plnicí ventil musí být uzavřen a utěsněn. Ruční výpustné ventily a ventil do následné stanice musí být uzavřen.

V případě zapojení s následnými stanicemi, je-li reaktorová stanice jako první, kapalina je naplněná přímo do zásobníků jako v případě jednotlivé stanice. Je-li stanice zařazena jako následující, pak je zásobník první směsi připojený k čerpadlu předchozí stanice přes koncovku na přívodní trubce a ruční ventil spojující trubice z předchozí stanice musí být otevřen. Kapalina je pak čerpána do prvního zásobníku směsi této stanice čerpadlem předchozí PA stanice. Po dokončení procesu míchání složek je kapalina přepravována z hlavní mixážní nádoby k další PA stanici s využitím příslušného čerpadla P202, nebo zpět do nádrží složek. Čerpací sekvence nemůže být zahájena, jestliže nádrž následné stanice je již naplněna kapalinou.

Komunikace mezi MPS - PA stanicemi je provedena přes „ StationLink“. Mixážní stanice je vybavena vysílačem a přijímačem pro tuto komunikaci.

2.2.3 Funkce mixážní stanice

V případě provedení jako následné stanice může být opět plněna stejně jako předchozí stanice po otevření ručního ventilu V208 na spojovacím potrubí čerpadlem z předchozí stanice do nádrže B201, nebo horem do jednotlivých nádrží při zapojení jako samostatné stanice. Při plnění do jedné nádrže se musí kapalina dolít ručně do zbylých dvou nádrží směsí nebo po otevření všech ventilů dojde k samovolnému vyrovnání hladin ve všech třech nádržích. Hlavním procesem této stanice je čerpání kapaliny z nádrží jednotlivých směsí do hlavní směšovací nádrže a to v požadovaném množství jednotlivých složek dle zvoleného receptu. Volí ze tří přednastavených ukázkových receptů a jednoho čtvrtého receptu, který umožňuje zvolit výsledné množství kapaliny, kterou chceme namíchat (1-2 litrů), jednotlivé procentuální zastoupení složek, čas po který se bude daná složka čerpat a průtok. Součty procentuálního zastoupení musí dávat vždy dohromady 100%, čas plnění a rychlost

průtoku se v závislosti na požadovaném množství čerpané kapaliny upraví tak, aby odpovídala průtoku množství za čas.

$$Q = S * v$$

Kde:

Q = Průtok [l/min]

v= rychlost průtoku

S = průtoková plocha, v našem případě, kde průměr potrubí je Ø 15 mm

$$S = \pi * r^2 , \quad S = 3.14 * 15^2 = 707 * 10^{-6} mm^2$$

Jestliže je použita následná stanice, připravená směs může být následně přečerpaná do této následné PA stanice. Podmínkou je otevřený ventil k následné stanici. V opačném případě je kapalina čerpána zpět do tří zásobníků složek.

2.2.4 Parametry mixážní stanice

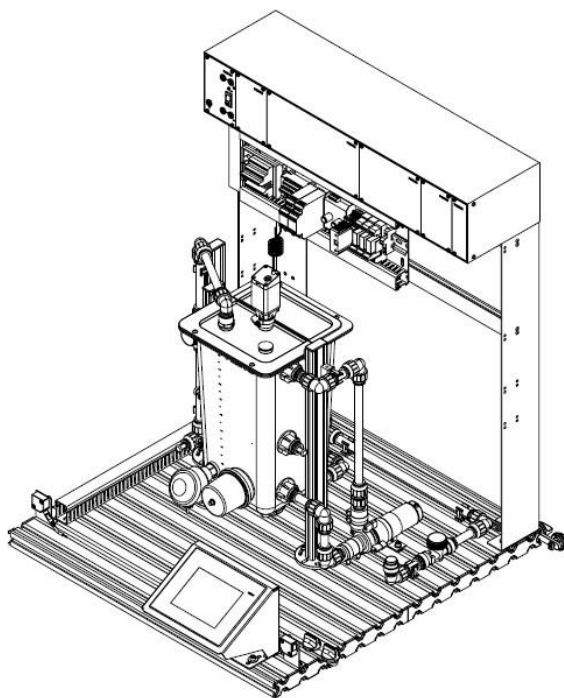
Mixážní stanice má parametry fyzikálních vlastností, elektrických signálů a velikosti akčních zásahů viz tabulka 2.

Tabulka 2: Parametry mixážní stanice [1]

Parametry		Hodnoty
Maximální tlak v potrubí		0,5 bar (50 kPa)
Elektrické napájení stanice		24 V DC / 4,5 A
Rozměry profilové desky		700 x 700 x 32 mm
Průtok čerpadlem		0 – 6 l/min
Měřicí zásobník		3 litry maximálně
Flexibilní potrubní systém		DN15 (Ø 15 mm)
Počet digitálních vstupů		8
Počet digitálních výstupů		6
Počet analogových vstupů		1
Počet analogových výstupů		1 (2)
Počet zásobníků		4
Signály, rozsah	Čerpadlo poháněné motorem	On / Off
	Pohon motoru	0 - 10 V
	Lopátkový senzor průtoku	Měřicí rozsah 0.3 až 9 l/min, 40 – 1200Hz, převedeno na 0 – 10 V

2.3 Reaktorová stanice

Reaktorová stanice se skládá z řízeného systému s digitálními a analogovými senzory a akčními členy. Řízený teplotní systém je ovládaný přes PLC a regulátor. Proces je vykonáván v závislosti na výběru jednoho ze tří receptů a sestává se z ohřevu a míchání kapaliny. Podle vybraného receptu je kapalina také ochlazována chladicím okruhem. Připravená kapalina může být potom čerpána do následné stanice.



Obrázek 6: Reaktorová stanice [2]

Reaktorová stanice může být v kombinaci s jinými stanicemi – filtrační, mixážní a plnicí – tvořit výukový provoz. Jsou možné různé varianty zapojení:

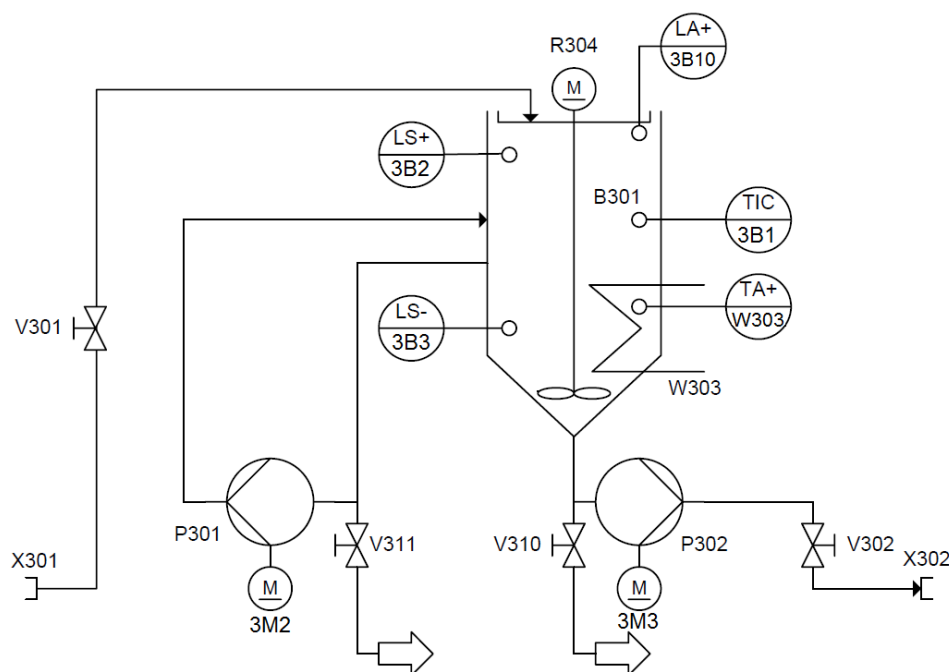
- Předchozí PA stanice:
Mixážní stanice, filtrační stanice
- Následující PA stanice:
Mixážní stanice, filtrační stanice, plnicí stanice

U této stanice je regulovanou veličinou teplota, kterou měníme pomocí akčních členů topného tělesa a čerpadla chladicího okruhu, výsledná teplota je poté snímána pomocí odporového snímače.

2.3.1 Popis reaktorové stanice

Stanice se skládá z nádrže B301 s maximálním objem 10 litrů. Na horní straně nádrže je umístěn motor R304 pohánějící vrtulku uvnitř nádrže, která slouží k mísení kapaliny uvnitř nádoby z důvodu zajištění rovnoměrného rozložení tepla v celém objemu kapaliny. Z boku se na nádrži nacházejí dva kapacitní senzory 3B3 pro monitorování nízkého stavu hladiny a 3B2, který hlídá maximální provozní výši

hladiny. Zároveň je tu plovákový spínač 3B10 pro kontrolu maximální přípustné úrovně kapaliny v zásobníku, pokud je tato hodnota překročena, senzor vypne pomocí relé napájecí obvody čerpadel pro zabránění přítoku další kapaliny do nádrže, aby bylo zabráněno přetečení nádrže. Dalšími prvky v nádrži jsou topné těleso W303, které zajišťuje ohřev kapaliny a odporový senzor 3B1, který slouží k monitorování teploty kapaliny v nádrži v °C. Jeho odporová hodnota je následně převodníkem 3A2 převáděna na unifikovaný napěťový signál 0-10V. Motor 3M2 čerpadla P301 slouží k cirkulaci kapaliny z dolní části do horní části nádrže, kde je kapalina rozprašována o stěny nádrže, čímž je kapalina ochlazována. Motor 3M3 čerpadla P302 slouží k čerpání kapaliny z nádrže do následné stanice. Ruční ventily V311 a V310 slouží k vypuštění kapaliny ven ze systému. Ruční ventily V301 a V302 slouží k uzavření přívodů kapaliny z předchozí stanice a do následující stanice. Všechny prvky jsou upevněny k profilové desce.



Obrázek 7: Schematické znázornění reaktorové stanice [2]

U této stanice mohou být využity následující řídicí funkce:

- PID řízení ohřevu a chlazení
- Dvoustavové řízení ohřevu
- Dvoustavové řízení ochlazování

- Třístavové řízení ohřevu / ochlazování
- Třístavové řízení tepelného systému s ohřevem a chladicím čerpadlem jako koncovými řídicími prvky a analogovým standardním signálem.

2.3.2 Zapojení reaktorové stanice

Reaktorová stanice tak jako ostatní mohou být zapojeny v režimu samostatné stanice nebo v režimu s následnými stanicemi. Pokud je stanice v zapojení samostatné stanice, kapalina se plní horem přímo do zásobníku, plnicí ventil musí být uzavřen a utěsněn, ruční výpustné ventily a ventil do následné stanice musí být uzavřeny.

V případě zapojení s následnými stanicemi, je-li reaktorová stanice jako první, kapalina je naplněná přímo do zásobníku jako v případě jednotlivé stanice. Je-li stanice zařazena jako následující, pak je zásobník připojený k čerpadlu předchozí stanice přes koncovku na přívodní trubce a ruční ventil V301 z předchozí stanice musí být otevřen. Kapalina je pak čerpaná do zásobníku reaktorové stanice čerpadlem předchozí PA stanice. Jakmile je proces ohřevu, chlazení a míchání dokončený, kapalina může být přepravována k další PA stanici s využitím příslušného čerpadla P302 přes otevřený ruční ventil V302. Čerpací sekvence nemůže být zahájena, jestliže nádrž následné stanice je již naplněna kapalinou.

Komunikace mezi MPS - PA stanicemi je provedena přes „ StationLink“. Reaktorová stanice je vybavena vysílačem a přijímačem pro tuto komunikaci.

2.3.3 Funkce reaktorové stanice

V případě provedení jako samostatné stanice po naplnění kapaliny horem přímo do nádrže, nebo při zapojení jako následné stanice naplněním nádrže čerpadlem z předchozí stanice může být zahájen proces stanice dle zvoleného receptu. Na výběr je jeden ze tří přednastavených ukázkových receptů a jednoho čtvrtého receptu, který umožňuje nastavit jeho jednotlivé parametry a to čas Time.1 = čas počáteční míchání, jehož účelem je promísit kapalinu, aby teplota v nádrži byla rovnoměrná a teplotní senzor mohl sejmout přesnou hodnotu teploty Temp.1. Dále hodnotu Temp.2 = požadovaná teplota, kterou chceme dosáhnout a čas Time.2 = za jaký čas chceme

požadovanou teplotu dosáhnout. Spolu s hodnotou aktuální teploty, máme výchozí hodnoty pro PID regulaci pulzně šířkového napájení topné jednotky, pokud je požadovaná teplota nižší než aktuální $Temp.2 < Temp.1$, nebo spuštění čerpadla P301 pro ochlazování kapaliny pokud je hodnota požadované teploty vyšší než aktuální $Temp.2 > Temp.1$.

Jestliže je použita následná stanice, zpracovaná kapalina může být následně přečerpána do této následné PA stanice. Podmínkou je otevřený ventil k následné stanici.

2.3.4 Parametry reaktorové stanice

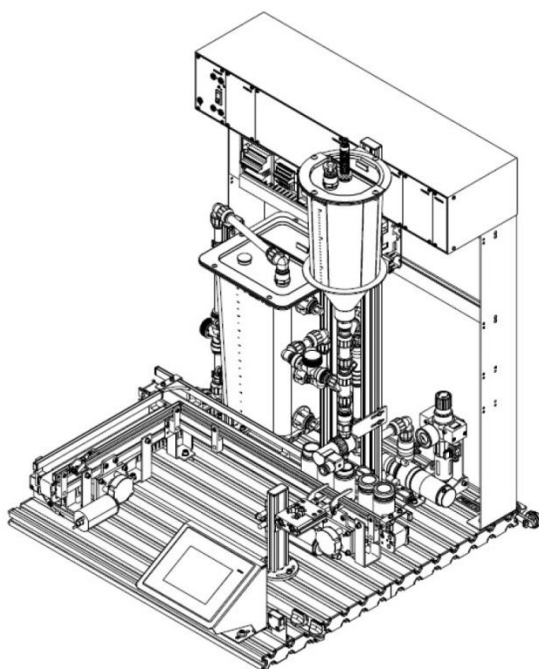
Reaktorová stanice má parametry fyzikálních vlastností, elektrických signálů a velikosti akčních zásahů viz tabulka 3.

Tabulka 3: Parametry reaktorové stanice [1]

Parametry		Hodnoty
Maximální tlak v potrubí		0,5 bar (50 kPa)
Elektrické napájení stanice		24 V DC / 4,5 A
Rozměry profilové desky		700 x 700 x 32 mm
Průtok čerpadlem		0 – 6 l/min
Objem zásobníku		10 litrů maximálně
Flexibilní potrubní systém		DN15 (Ø 15 mm)
Počet digitálních vstupů		4
Počet digitálních výstupů		5
Počet analogových vstupů		1
Počet analogových výstupů		1 (2)
Počet zásobníků		1
Signály, rozsah	Topná jednotka (0 – 1000 W) 230 V AC	0 – 10 V (řídící napětí 24 V DC)
	Čerpadla (0 – 24 V DC)	On / Off 0 – 10 V (řídící napětí 24 V DC)
	Míchadlo (0 – 24 V DC) s převodovkou Je možné i analogové ovládání míchadla	On / Off (řídící napětí 24 V DC) 0 – 10 V
Rozsah teploty		0 °C až +60 °C
Teplotní rozsah snímače		-50 °C až + 150 °C
Teplotní snímač		Odporový senzor Pt 100

2.4 Plnicí stanice

Plnicí stanice se skládá z řízeného systému s digitálními a analogickými senzory a akčními členy. Řízený teplotní systém je ovládaný přes PLC a regulátor. Prázdné nádoby jsou dopravovány k plnicí stanici dvěma pásovými dopravníky. Jakmile je vybrán recept, je z měřicího zásobníku naplněn určitý počet nádobek. V případě nepřetržitého provozu je naplněn jakýkoli počet nádobek.



Obrázek 8: Plnicí stanice [2]

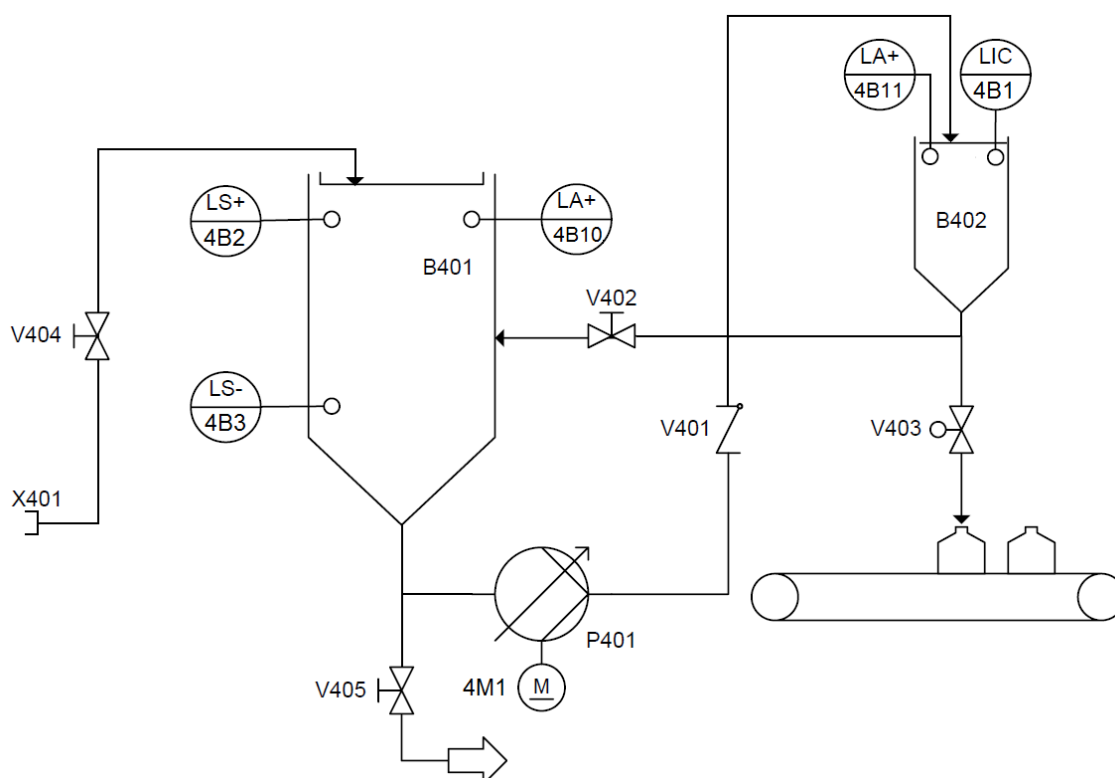
Reaktorová stanice může být v kombinaci s jinými stanicemi – filtrační, reaktorovou a mixážní – tvořit výukový provoz. Jsou možné různé varianty:

- Předchozí PA stanice:
Mixážní stanice, reaktorová stanice, filtrační stanice, nebo stanice z jiných sestav Festo, např. MPS C: vyrovnávací stanice
- Následující PA stanice:
MPS C: vyrovnávací stanice, vybírací a ukládací stanice, žádná ze systému MPS PA

2.4.1 Popis plnicí stanice

Plnicí stanice se skládá z hlavní nádrže B401, ve které se nacházejí dvě kapacitní čidla, 4B3 pro nízký stav hladiny kapaliny v nádrži, 4B2 pro vysoký stav hladiny kapaliny v nádrži a plovákový spínač 4B10, který slouží k odpojení pomocného relé 4K10, které vypne čerpadla v případě vysokého stavu hladiny, aby bylo zabráněno přetečení. Do horní části této nádrže vede trubka s ručním ventilem V404 z předchozí stanice. Ze spodní části této nádrže vede trubice na výpustní ruční ventil V405, který slouží k vypuštění kapaliny pryč ze stanice. Z této trubice vede odbočka na přívod regulovaného čerpadla P401, které čerpá kapalinu dále skrz zpětný ventil do horní části

druhé nádrže B402. V této nádrži je umístěn plovákový senzor 4B11, který slouží k odpojení pomocného relé 4K10(viz příloha D), které vypne čerpadla v případě vysokého stavu hladiny, aby bylo zabráněno přetečení. A ultrazvukový snímač hladiny 4B1, který snímá výšku hladiny v dávkovací nádrži. Z dolní části nádrže vede trubice na dávkovací ventil V403, skrz který proudí kapalina do trysky, kterou se plní nádobky. Nádobky jsou posunovány pásovými dopravníky pod dávkovací trysku, kde jsou v této poloze zajišťovány dvojicí závor ovládanými lineárním pneumatickým motorem 4-1A1, přítomnost nádobky je detekována třemi optickými závorami a to 4B4 v pozici na počátku pásového dopravníku, 4B5 v pozici pro plnění a 4B6 na konci pásového dopravníku.



Obrázek 9: Schématické znázornění plnicí stanice [2]

U této stanice mohou být využity následující řídicí funkce:

- PID řízení plnění (hlavní funkce)

2.4.2 Zapojení plnicí stanice

Plnicí stanice tak jako ostatní mohou být zapojeny v režimu samostatné stanice nebo v režimu s následnými stanicemi. Pokud je stanice v zapojení samostatné stanice, kapalina se plní horem přímo do zásobníku, plnicí ventil musí být uzavřen a utěsněn, ruční výpustný ventil musí být taktéž uzavřen.

V případě zapojení s následnými stanicemi, je-li stanice zařazena jako následující, pak je zásobník připojený k čerpadlu předchozí stanice přes koncovku na přívodní trubce a ruční ventil V404 z předchozí stanice musí být otevřen. Kapalina je pak čerpaná do zásobníku plnicí stanice čerpadlem předchozí PA stanice. Jakmile je proces dávkování dokončený, nádoby mohou být přepravovány do dalších stanic soustav Festo např.: MPS C sestavy stanic (vyrovnávací stanice, vybírací a ukládací stanice), které ale nejsou součástí sestavy MPS PA.

Komunikace mezi MPS - PA stanicemi je provedena přes „ StationLink“. Plnicí stanice je vybavena vysílačem a přijímačem pro tuto komunikaci.

2.4.3 Funkce plnicí stanice

V případě provedení jako samostatné stanice po naplnění kapaliny horem přímo do nádrže, nebo při zapojení jako následné stanice naplněním nádrže čerpadlem z předchozí stanice může být zahájen proces stanice dle zvoleného receptu.

Čerpadlo P401 poháněné motorem 4M1 dopravuje kapalinu z hlavní nádoby B401 do dávkovací nádoby B402. Odkud se kapalina dávkuje do nádobek, nebo po otevření ručního ventilu V402 zpět do hlavní nádrže. Pásový dopravník složený ze dvou částí pod úhlem 90° poháněný motory 4M31 a 4M32 s převodovkami a proudovým omezovačem 4A2. Dopravuje nádoby z počáteční polohy, kde je detekuje optický senzor 4B2 do polohy dávkování, ve které jsou detekovány optickým senzorem 4B5. V této poloze jsou zajišťovány dvojicí závor separátoru a následně přesouvány na konec pásového posuvníku, kde je detekuje optický senzor 4B6.

Stanice má dva režimy automatického provozu, kdy je uplatňována PID regulace. První je automatický cyklus plnění dávky, kdy čerpadlo naplní dávkovací nádrž na celkové požadované množství, které je potřeba pro naplnění požadovaného

množství nádobek o určitém obsahu. V závislosti na aktuálním množství kapaliny se otevírá dávkovací ventil na vypočtenou dobu, aby bylo do nádoby naplněno požadované množství kapaliny. V druhém režimu automatického řízení kontinuálního plnění je hladina v dávkovací nádrži udržována regulovaným čerpadlem řízeným PID regulátorem na konstantní výšce hladiny a dávkovací ventil otevírá na konstantní čas podle požadovaného množství kapaliny, která se bude plnit (25 - 50 ml).

2.4.4 Parametry plnicí stanice

Plnicí stanice má parametry fyzikálních vlastností, elektrických signálů a velikosti akčních zásahů viz tabulka 4.

Tabulka 4: Parametry plnicí stanice [1]

Parametry		Hodnoty
Maximální tlak v potrubí		0,5 bar (50 kPa)
Elektrické napájení stanice		24 V DC / 4,5 A
Rozměry profilové desky		700 x 700 x 32 mm
Průtok čerpadlem		0 – 6 l/min
Objem hlavního zásobníku		10 litrů maximálně
Objem měřicího zásobníku		3 litrů maximálně
Flexibilní potrubní systém		DN15 (Ø 15 mm)
Počet digitálních vstupů		8
Počet digitálních výstupů		6
Počet analogových vstupů		1
Počet analogových výstupů		1 (2)
Počet zásobníků		2
Signály, rozsah	Čerpadla (0 – 24 V DC) s regulátorem motoru	On / Off 0 – 10 V (řídící napětí 24 V DC)
	Akustický senzor (analogový), elektrický	Měří rozsah 500 – 150 mm 0 - 10 V

3 EasyPort

EasyPort je zařízení sloužící k výukovým účelům, pomocí kterého se realizuje spojení stanic PA s počítačem. Toto spojení se realizuje za účelem simulace, měření, řízení a archivace naměřených dat. Toto propojení je velice přínosné pro studijní účely. Protože umožňuje další názornou ukázkou chodu stanic se simulovaným řízením, které se dá



Obrázek 10: EasyPort modul [6]

v čase měnit a která, je neomezeně dlouhé na rozdíl od simulací na ovládacím rozhraní stanic, které neumožňuje archivaci naměřených průběhů a zpětné studium naměřených dat.

Proces EasyPort implementuje a zpracovává rozhraní obousměrného přenosu procesních signálů mezi skutečnými hodnotami procesu stanic a PC. Za účelem vyloučení možnosti ovlivnění PC a bezpečnosti se používají pouze elektricky izolovaná rozhraní (optočleny), která slouží pro přenos dat mezi jednotlivými EasyPort moduly nebo PC. Systém je navržen a optimalizován pro tréninkové účely, nikoliv pro trvalé profesionální nasazení v průmyslu.

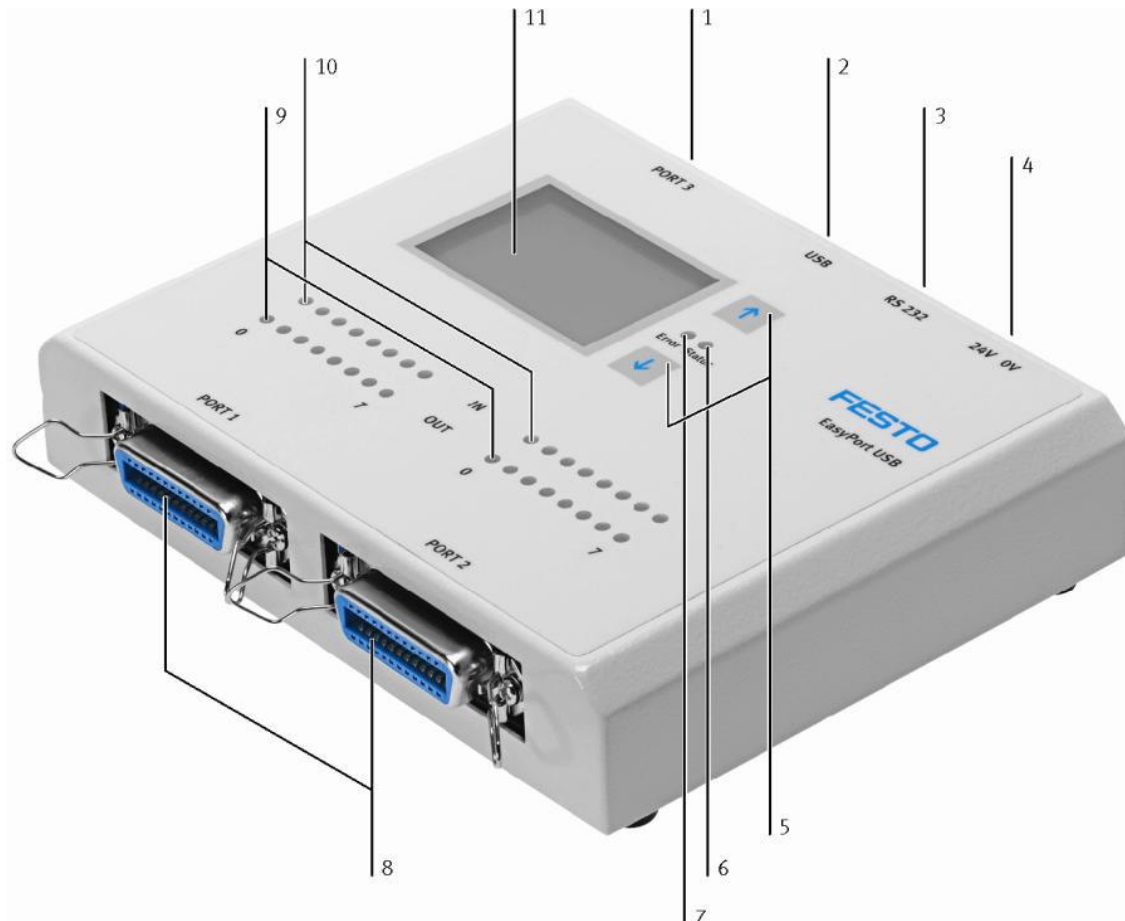
3.1 Funkce EasyPort D8A

Základní modul má 8 digitálních a 4 analogové vstupy a 8 digitálních a 2 analogové výstupy. Po zapnutí napájení, je modul připraven k provozu a čeká na inicializaci počítačem. Adresa se nastavuje pomocí tlačítek. Chyba/porucha modulu je detekována prostřednictvím pravidelných krátkých požadavků na stav, které jsou vyhodnocované programem tak dlouho, dokud není přenos přerušen.

Přenos dat do a z modulu EasyPort je prováděn prostřednictvím jediného adresovaného příkazu číst a psát. Lze také vybrat režim, který nastaví EasyPort do režimu kdy automaticky hlásí všechny změny jeho vstupů do PC.

3.2 Konektory a ovládací prvky EasyPort modulu

Na obrázku jsou popsány jednotlivé konektory a ovládací prvky zařízení EasyPort modulu.



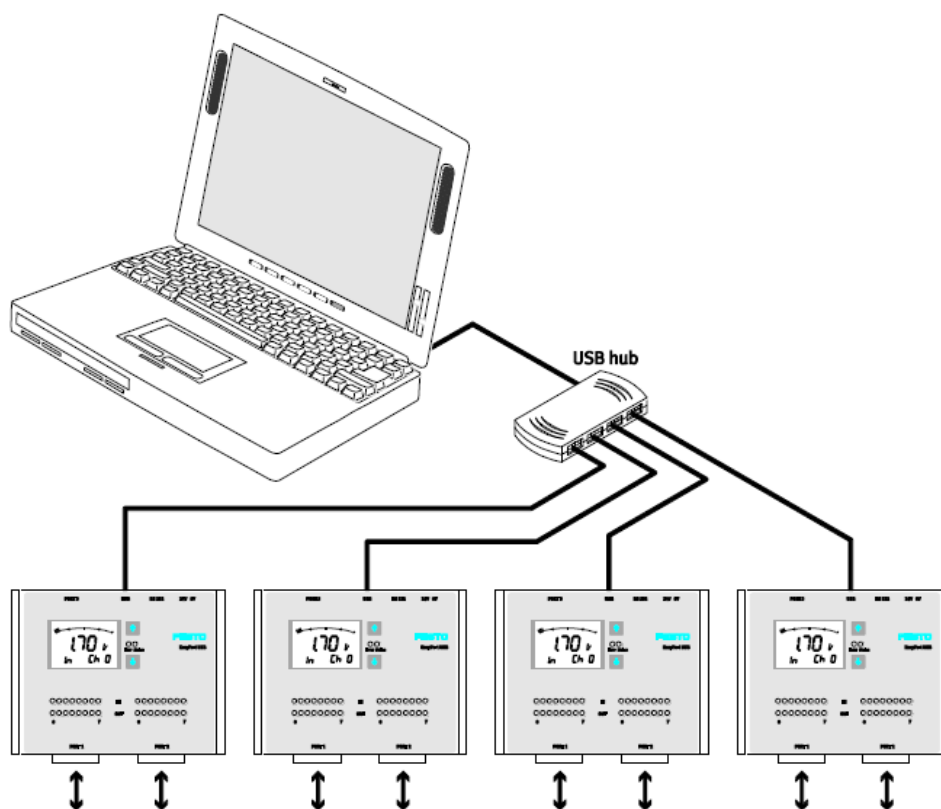
Obrázek 11: Konektory a ovládací prvky EasyPort modulu [6]

- | | |
|--|--|
| (1) Sub-D socket (port 3) | (2) USB port |
| (3) RS 232 port | (4) Izolovaný konektor pro připojení napájecího zdroje |
| (5) ↑↓ tlačítka | (6) Status LED (zelená) |
| (7) Error LED (červená) | (8) SysLink interfaces (porty 1 a 2) |
| (9) LED pro indikaci stavu digitálních výstupů (žlutá) | |
| (10) LED pro indikaci stavu digitálních vstupů (zelená) | |
| (11) LCD panel pro zobrazení analogových signálů a adres | |

3.3 Výbava EasyPort modulu

- Dva konektory SysLink interface (port 1 a port 2) pro vstup 8 digitálních vstupních signálů a výstup 8 digitálních výstupních signálů. Vstup 0 na každém SysLink interface může být použit pro rychlý čítač vstupů.
- Sub-D socket pro vstup 4 analogových vstupních signálů a 2 analogové výstupní signály.
- USB 2.0 a RS 232 sériový port slouží k propojení EasyPort modulu a PC.
- Dvoupinová svorkovnice pro připojení napájení 24 V DC.
- 16x LED (zelené) pro indikaci stavu digitálních vstupů.
- 16x LED (žluté) pro indikaci stavu digitálních výstupů.
- LCD panel pro zobrazování zvolených analogových signálů. Dále je zobrazen kanál, adresa, jednotka měření, trend a měřená hodnota (4 digits).
- Dvě tlačítka pro nastavení analogového kanálu, výběr fyzikální jednotky měření analogové hodnoty a pro nastavení adresy EasyPort.

Až 4 EasyPort moduly mohou být připojeny pomocí rozbočovače USB. Za předpokladu, že každý modul má nastavenou jinou adresu.



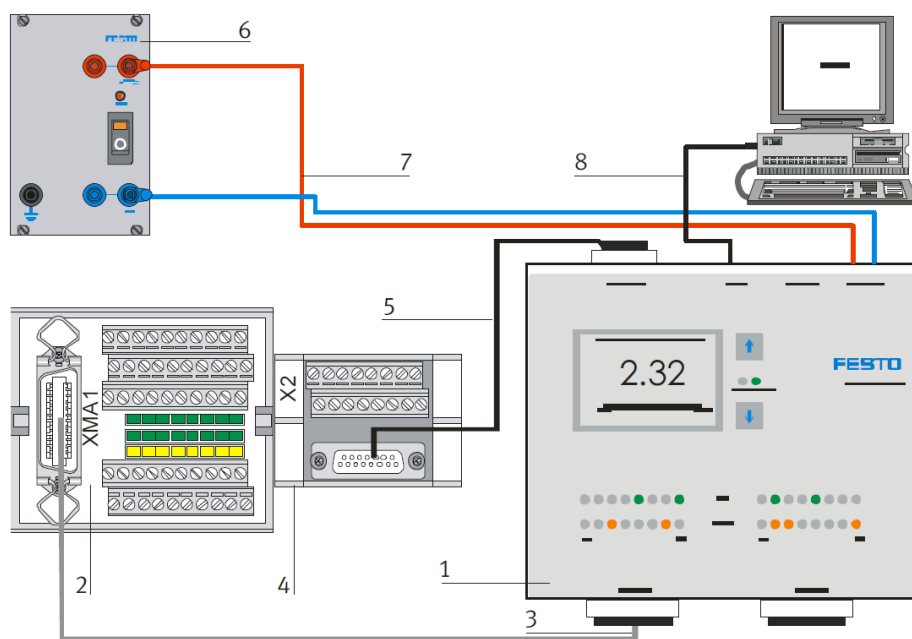
Obrázek 12: Připojení EasyPort modulů pomocí USB rozbočovače [6]

3.4 Bezpečnostní pokyny

Uvedené maximální napětí pro napájení a pro vstupy a výstupy EasyPortu nesmí být překročena. V žádném případě nesmí napětí překročit mez 30V. Veškerá manipulace s elektrickými kabely by měla být prováděna s vypnutými zařízeními. Přístroj může být používán pouze v systémech, které se po obnovení napájení vracejí automaticky do výchozího stavu, z důvodu že EasyPort modul nemá paměť proměnných, která by byla udržována v případě výpadku napájení. Bezpečnostní poznámky a pokyny pro připojená zařízení musí být rovněž dodrženy.

3.5 Připojení k PC

Spojení mezi PC a modulem EasyPort je pomocí galvanicky odděleného rozhraní V.24 nebo galvanicky odděleného USB 2.0 rozhraní. V.24 rozhraní umožňuje použití jednoho modulu. Pomocí rozbočovače USB mohou být připojeny až 4 moduly. Ovladače potřebné pro funkčnost USB jsou umístěny v složce USB-DRIVER na dodaném disku CD-ROM. Pokud bude používáno několik modulů současně, ujistěte se, že mají jinou adresu. Nastavenou adresu je možné zjistit nebo změnit stisknutím obou tlačítek se šipkami současně, nebo to lze rozpoznat podle blikání zelené indikační LED.



Obrázek 13: Propojení EasyPort modulu se stanicí PA a PC [3]

Procedura propojení stanice PA s PC přes EasyPort modul.

1. Ujistěte se, že je vše vypnuto a odpojeno od napájení.
2. Připojte EasyPort k stanici PA.
3. Připojte EasyPort na napájecí zdroj 24 V DC pomocí kabelů s 4 mm bezpečnostními konektory.
4. Připojte stanici PA na napájení 230 V AC a zapněte ji.
5. Zapněte napájecí zdroj pro EasyPort.
 - Červená Error LED se krátce rozsvítí. Zhasne po dokončení inicializace a testu.
 - Zelená Status LED bude blikat frekvencí 1 Hz. Což znamená že EasyPort nekomunikuje. Po ukončení spouštěcího testu je EasyPort připraven a čeká na inicializaci počítačem.
6. Zkontrolujte adresu EasyPort.

Zapněte mod nastavování adres stisknutím obou tlačítek najednou. Vyberte adresu z rozsahu 1..4 a pomocí tlačítek opětovným stisknutím obou tlačítek zároveň ukončíte režim nastavování adres.
7. Připojte EasyPort k zapnutému PC pomocí USB kabelu.

Pro propojení EasyPortu a PC musí být v počítači nainstalován správný ovladač. V době zpracování absolventské práce byly dostupné ovladače pro operační systém Microsoft Windows 95/98/2000/XP/Vista. Po propojení EasyPortu s PC budete vyzváni k instalaci ovladače. V případě problému s ovladačem na dodávaných CD instalujte ovladače z internetových stránek Festo <http://www.festo-didactic.com/int-en/learning-systems>.

Bylo provedeno testování na operačních systémech Windows XP/Vista/8. Pod operačním systémem Vista a 8 se mi bohužel spojení nepodařilo navázat, jedinou možností jak zprovoznit komunikaci bylo vytvoření XP Modu na těchto PC pomocí virtuálního počítače. S Windows XP chodilo vše správně.

Pokud PC s připojeným EasyPort modulem byl vypnut, měl by se odpojit i USB kabel spojující EasyPort modul a PC. Znovu je možné USB kabel připojit až po znovu zapnutí PC. Programy, které komunikují s USB rozhraním, by měly být restartovány.

3.6 Zobrazovací a ovládací prvky EasyPort

Chyba (ERROR) Pokud je zjištěn zkrat na jednom z výstupů, rozsvítí se červená ERROR LED dioda a výstupy EasyPort modulu se vypnou. Tato LED dioda svítí také při zapnutí napájení modulu během testování napájecího napětí. Po testu před zapnutím výstupů LED dioda zhasne.

Status Zelená stavová dioda má dva režimy

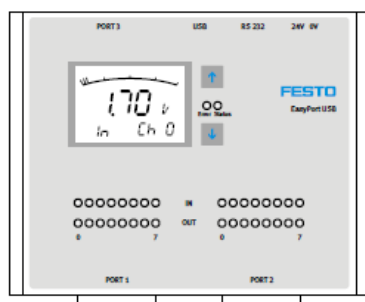
- Blikání frekvencí 1Hz.
Napájení zapnuto, modul ještě nekomunikuje.
- Pulzování.
Modul má přidělenou adresu. Adresa je zobrazována počtem bliknutí v dvouvteřinových intervalech.

Vstupy 0 až 7 Stav je zobrazován osmi zelenými diodami vstupů.

Výstupy 0 až 7 Stav je zobrazován osmi zelenými diodami výstupů.

LCD display Vstupní a výstupní napětí analogové sekce jsou zobrazeny jako hodnoty v podobě sloupcového diagramu na LCD panelu. Druhý řádek displeje zobrazuje číslo kanálu a směr IN / OUT signálů.

Tlačítka Analogový kanál zobrazený na LCD panelu může být vybrán pomocí tlačítka ↓. Tlačítko ↑ slouží k výběru jednotlivých veličin (V, bar, PSI, MPa, l/min, °C). Stisknutím obou tlačítek zároveň se zapne režim nastavování adres.



Obrázek 14: EasyPort modul ovládací prvky, LED diody a display [6]

3.7 Ovladače a Software

Přiložené CD ke stanicím obsahuje EASY-VEEP simulační program pro nastavení a otestování komunikace EasyPortu s PC, server OPC server, EzOPC pro komunikaci softwaru přes rozhraní OPC (STEP7 simulátor s COSIMIR), a Active-X control, EzOCX pro jednoduché ovládání EasyPort modulu pomocí vlastních programů. CD také obsahuje příklady vizualizace pro LabView. EasyPort může být rovněž používán jinými programy (v jazyce C ++, Pascal nebo Visual Basic) pomocí příkazů TISK a INPUT, atd., nebo v CI (tlumočnick příkazů) programovacím jazykem prostřednictvím Active-X řízení.

3.8 Technická data EasyPort modulu

Tabulka 5: Technická data EasyPort modulu [6]

EasyPort USB D16A proces Interface	
Napájecí napětí	24 V DC +/-10%
Spotřeba energie	3 VA
Výstupy	16 digitálních 24 V / 2 analogové 0-10 V nebo +-10 V
Zátěž výstupů (max.)	0,7 A digitální výstupy / 10 mA analogový výstup
Ochrana před zkratem	Ano
Vstupy	16 digitálních 24 V / 4 analogové 0-10 V nebo +-10 V
Provozní bod digitálního vstupu	12 V DC
Hystereze na digitálním vstupu	3 V
Filtr	5 ms
Komunikační rozhraní	RS232, USB2.0 elektricky izolované
Protokol	ASCII, 115.2 kBaud,8,N,1
Stupeň ochrany	IP 20
CE Symbol	podle pokynů EU-EMV
Přípustná teplota okolí provozní / skladovací	0 až 55 °C/0 až 70 °C
Rozměry v mm (V x Š x H)	135 x 167 x 37
Váha v kg	0.65

3.9 Nastavení adresy

Adresa modulu může být nastavena dvěma tlačítky se šipkami. Stisknutím obou tlačítek současně se zapne režim přidělování adres. Adresa 1 až 4 může být zvolena šipkami ↓ a ↑. Po opětovném stisknutí obou tlačítek se uloží změna a ukončí se režim přidělování adresy.

3.10 Svorky

EasyPort modul využívá unifikované signály, díky čemuž lze k jeho rozhraní připojit jakoukoliv jinou stanici, model nebo zařízení, které chceme tímto způsobem ovládat, nebo monitorovat, pokud toto zařízení používá stejné úrovně signálů, viz tabulka parametrů 5 a propojí se s konektorem EasyPort modulu dle tabulky 6.

Tabulka 6: Tabulka popisu signálů na svorkách EasyPort modulu [6]

Port 1 a Port 2 Connector IEEE488 24 pin socket		Port 3 Connector D-Submin 15 pin socket	
Digitální port 1	Svorka	Analogový port 2	Svorka
OUTPUT 0	1	OUTPUT 0	1
OUTPUT 1	2	OUTPUT 1	2
OUTPUT 2	3	0 V	3
OUTPUT 3	4	(nepoužité)	4
OUTPUT 4	5	(nepoužité)	5
OUTPUT 5	6	0 V	6
OUTPUT 6	7	INPUT 1	7
OUTPUT 7	8	INPUT 2	8
INPUT 0	13	(nepoužité)	9
INPUT 1	14	(nepoužité)	10
INPUT 2	15	+10 V REF	11
INPUT 3	16	(nepoužité)	12
INPUT 4	17	(nepoužité)	13
INPUT 5	18	INPUT 3	14
INPUT 6	19	INPUT 4	15
INPUT 7	20		
0 V DC	11/12/23/24		
24 V DC	9/10/21/22		

3.11 Napájecí zdroj

EasyPort modul využívá napájení z externího zdroje 24 V stejnosměrných, který se připojuje na svorkovnici na horní straně modulu. Dva kabely s 4 mm konektory jsou přibaleny. V žádném případě nesmí napájecí napětí překročit mez 30 V. Veškerá manipulace s elektrickými kabely by měla být prováděna s vypnutým zařízením.

3.12 Datové rozhraní

Kromě rozhraní USB lze použít i rozhraní V.24 interface s DSub 9-pin konektorem.

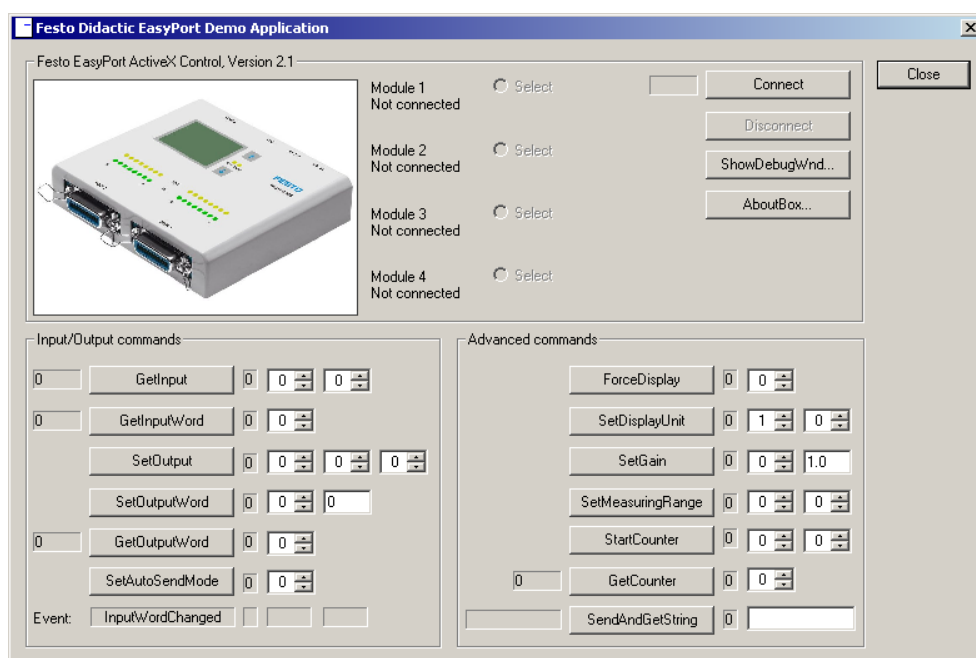
Tabulka 7: Tabulka popisu signálů na konektoru D-Sub [6]

V 24	=	Svorka
(Nepoužité)		1
Příchozí data	RxD	2
Odchozí data	TxD	3
(Nepoužité)		4
Uzemnění	SGnd	5
(Nepoužité)		6
(Nepoužité)		7
(Nepoužité)		8
(Nepoužité)		9

4 Programové vybavení stanic procesní automatizace

4.1 EasyPort Demo aplikace

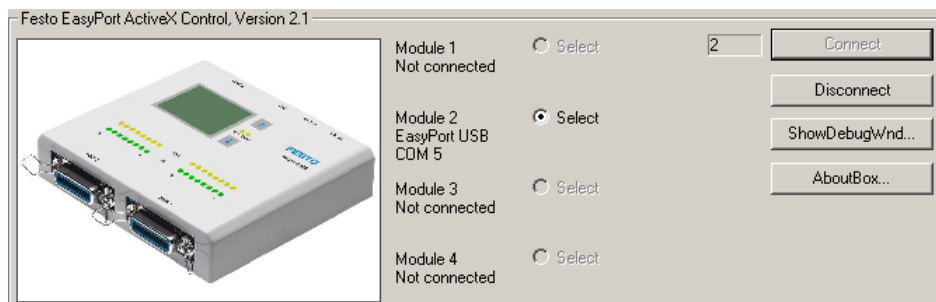
EasyPort Demo aplikace lehce zprovozní spojení mezi EasyPort modulem a PC a provede inicializaci EasyPort modulu. EasyPort Demo aplikace se instaluje z dodávaného CD spolu s komunikačním rozhraním ActiveX, které umožňuje komunikaci mezi daty z modulu a Demo aplikací.



Obrázek 15: Programové prostředí programu EasyPort Demo aplikace

Kliknutím na tlačítko Connect se zřídí spojení mezi EasyPort demo aplikací a EasyPort modulem. EasyPort modul se inicializuje ve stejnou chvíli. EasyPort demo aplikace zobrazí:

- Adresu, která byla přiřazena EasyPort modulu, v tomto případě je nastavená adresa modulu 2.
- Jaký port PC je používán pro spojení s EasyPort modulem, v tomto případě je to COM5 sériové rozhraní USB.



Obrázek 16: EasyPort Demo aplikace nabídka connect

Zelená status LED na EasyPort modulu indikuje, jestli byl EasyPort správně inicializován. Status LED dvakrát blikne, čímž signalizuje, že adresa 2 byla přiřazena EasyPort modulu a byl správně spárován s PC.

EasyPort Demo aplikace umožňuje ruční komunikaci s EasyPort modulem. Ruční nastavení Výstupů pomocí tlačítek SetOutputWord a zadáním příslušného parametru pro zvolený port a GetOutputWorld pro získání hodnoty v jaké se nachází výstup zvoleného portu.

Např.: Napsáním parametru 15 a kliknutím na SetOutputWord se výstupy 0 až 3 portu 1 nastaví na 1.

Pokud chcete komunikovat s EasyPort modulem přímo klikněte na ShowDebugWnd tlačítko. Objeví se se okno Trace Window ve kterém je vidět přehled veškeré komunikace mezi EasyPort modulem a PC.

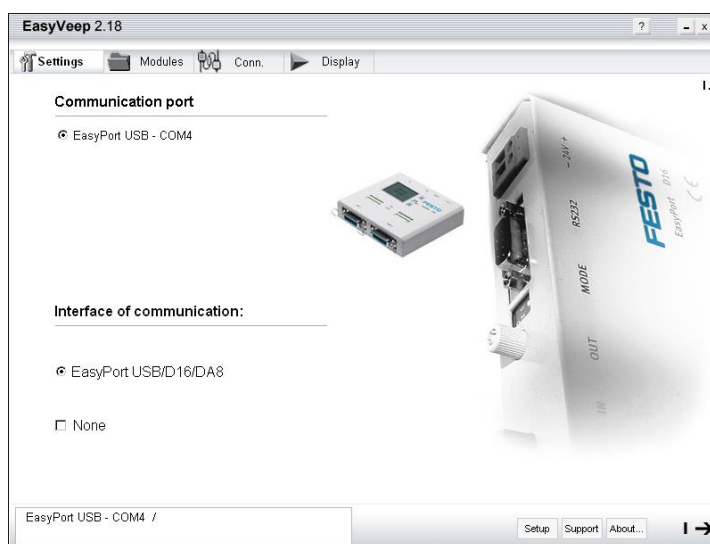
Tlačítka SendAndGetString umožňují zadávat příkazy přímo zasíláním příkazů připojenému EasyPort modulu.

Např.: napsáním MAW1.0=FF a kliknutím na SendAndGetString se všechny digitální výstupy portu 1 na EasyPort modulu nastaví do 1.

Pokud chcete ukončit spojení mezi EasyPort Demo aplikací a EasyPort modulem klikněte na tlačítko Disconnet.

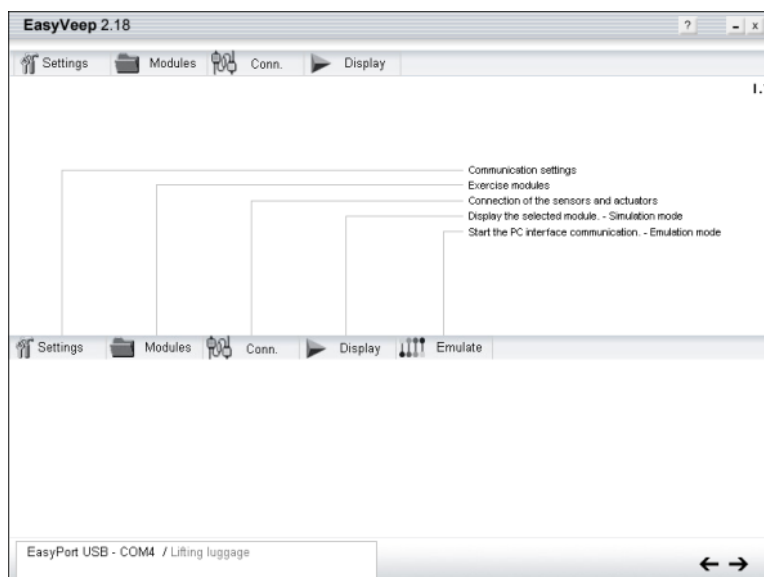
4.2 EasyVeep

EasyVeep je simulační program sloužící pro názornou prezentaci propojení PC a reálných řídicích systémů. Počítač představuje řízenou soustavu s vstupy a výstupy, které jsou ovládány a snímány PLC přes rozhraní EasyPort.



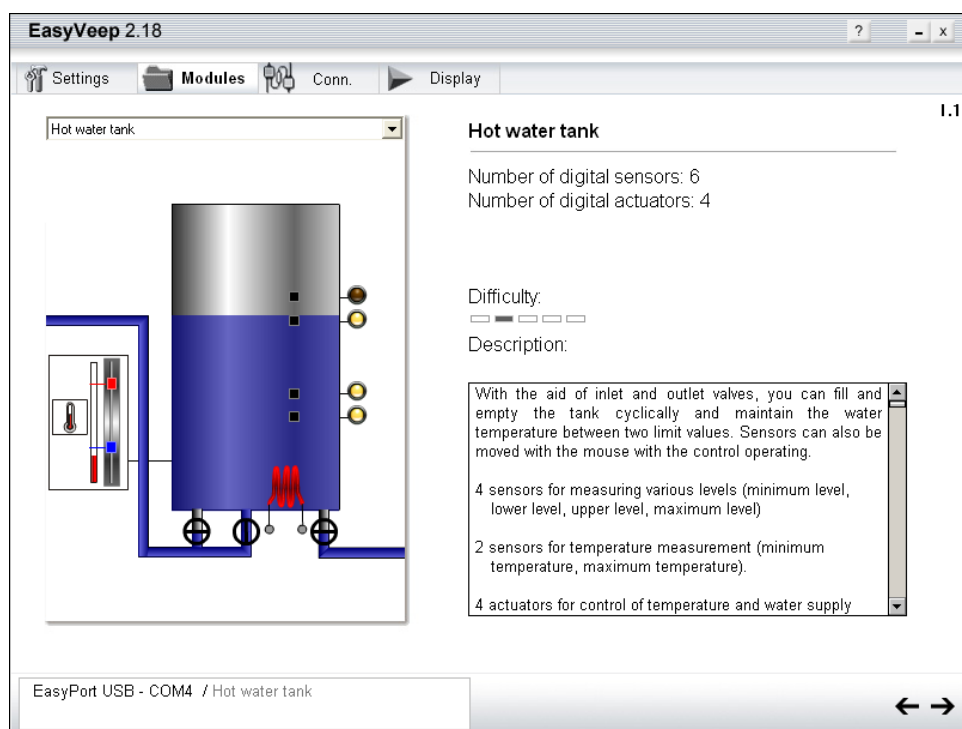
Obrázek 17: Programové prostředí programu EasyVeep

Program slouží pro studium návrhu jednotlivých úloh, které program obsahuje a po připojení EasyPort modulu a spojením s PLC i jejich řízení. Hlavním přínosem je ověření schopností a správnosti navrženého programu.



Obrázek 18: Popis jednotlivých záložek programu EasyVeep

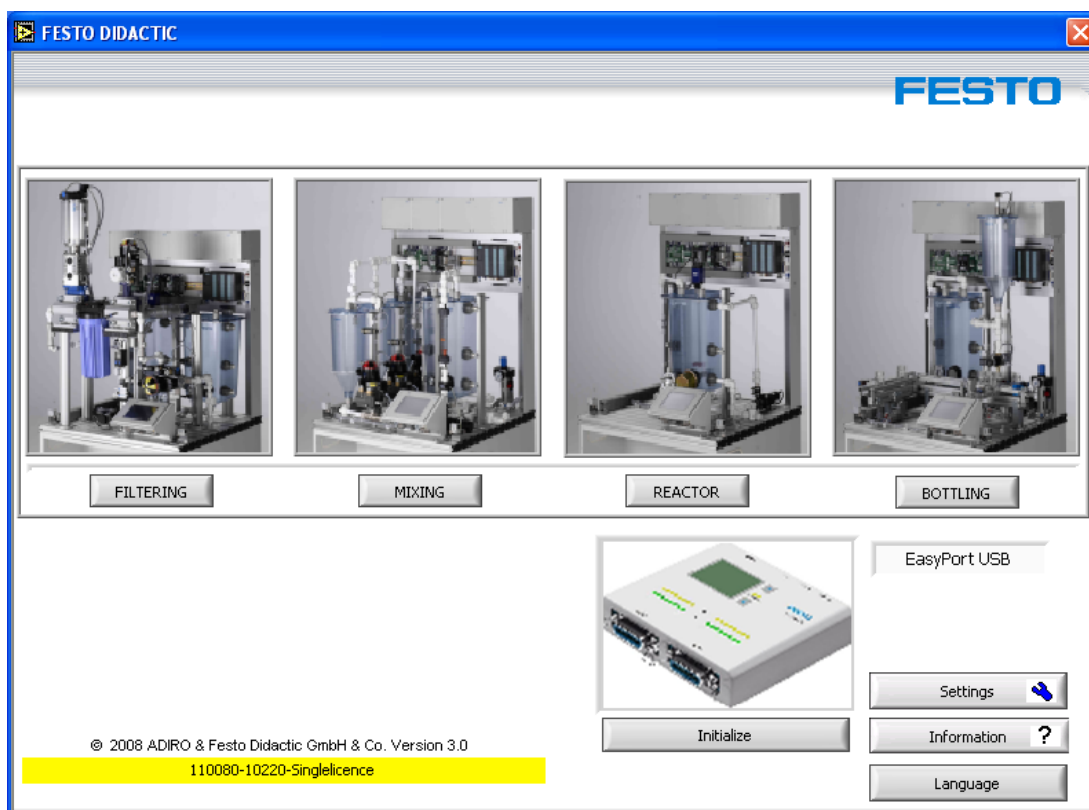
Program obsahuje 28 vzorových úloh založených na skutečných modelech. Po propojení a vytvoření programů v PLC mohou být úlohy řízeny jako systémy pracující v reálném čase. Jako řídicí systémy mohou být použité libovolné PLC značek např.: Siemens, AmiT, Schneider Electric a další. Na úvodní obrazovce se vybere konektor, ke kterému je připojen EasyPort modul s připojeným řídicím systémem. Na obrazovce Modules se vybere úloha/systém který chceme řídit. Na záložce Conn. je náčrt jednotlivých signálů. V záložce Display je zobrazen zvolený systém s jednotlivými senzory a akčními prvky, které od této chvíle můžeme snímat a řídit připojeným řídicím systémem.



Obrázek 19: EasyVeep výběr zvoleného modelu

4.3 FluidLab

Program FluidLab společnosti Festo upravený pro potřeby výukového procesu práce se stanicemi PA je nejdůležitějším z dodávaných programů k těmto stanicím. Umožňuje zobrazení interaktivních schématických modelů stanic, které po propojení s EasyPort modulem umožňují stanice ovládat a získávat z nich zpětnou vazbu o probíhajícím procesu. Dále umožňuje ovládání jednotlivých akčních členů stanic jak digitálních tak analogových a simulace řízených stanic.



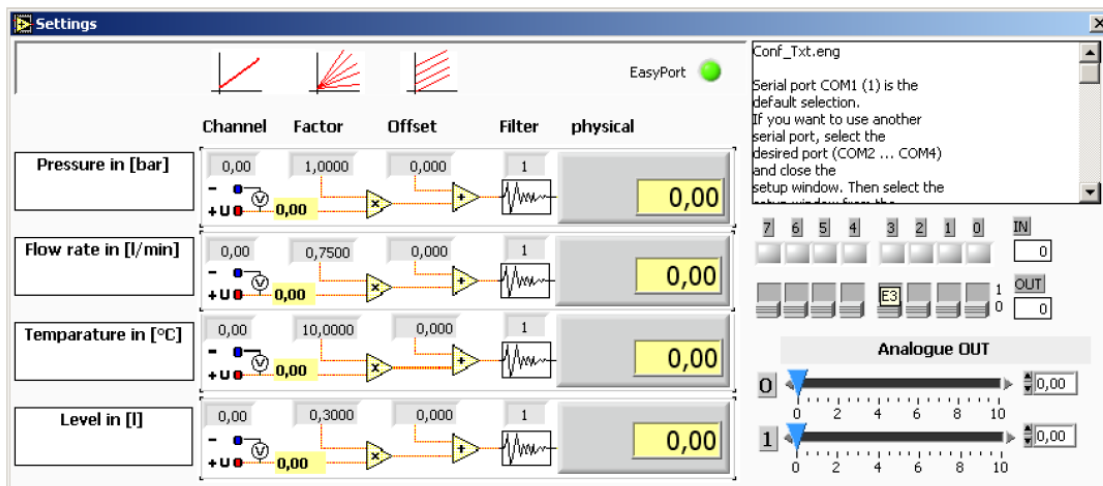
Obrázek 20: Úvodní okno programu FluidLab

Na úvodní obrazovce FluidLabu kliknutím na tlačítko Initialize se provede inicializace s EasyPort modulem pokud je připojen a driver je správně nainstalován. Po úspěšném navázání komunikace se zobrazí obrázek EasyPort modulu a nápis EasyPort USB.

Poté si je možné vybrat z jedné ze čtyř stanic procesní automatizace. Výběr je možný i před provedením spojení, ale v tom případě nám budou umožněny pouze některé volby a bude to bez zpětné vazby s EasyPort modulem.

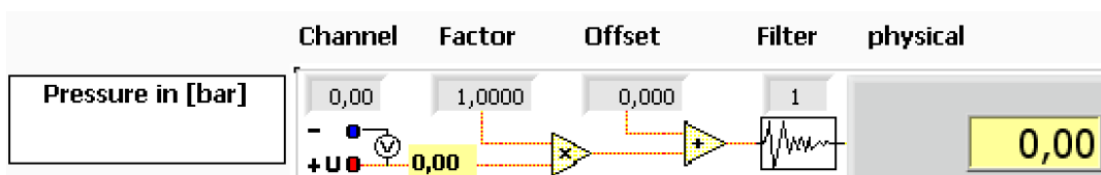
4.3.1 Settings

Kliknutím na tlačítko Settings v hlavním okně programu se objeví okno Settings. V tomto okně je možné nastavit převod a offset napěťových vstupů analogových senzorů na hodnoty fyzikálních veličin.



Obrázek 21: Okno Settings

Signály z analogových senzorů mají úroveň signálu 0 až 10 V. A tyto hodnoty musejí být převedeny z tohoto elektrického vyjádření na korespondující hodnoty fyzikálních veličin.



Obrázek 22: Pole s rovnicí převodu signálu a příslušná okénka parametrů

Tato konverze je založena na této rovnici.

$$Y = a * x + b$$

Kde:

a = factor

b = offset

x = napěťový signál senzoru

y = standardizovaná fyzická veličina

Například:

Průtokový senzor má na výstupu napěťový signál v rozsahu 0 až 10 V pro měřicí rozsah 0.3 až 9.0 litru za minutu. V tomto případě se factor „a“ vypočítá následovně.

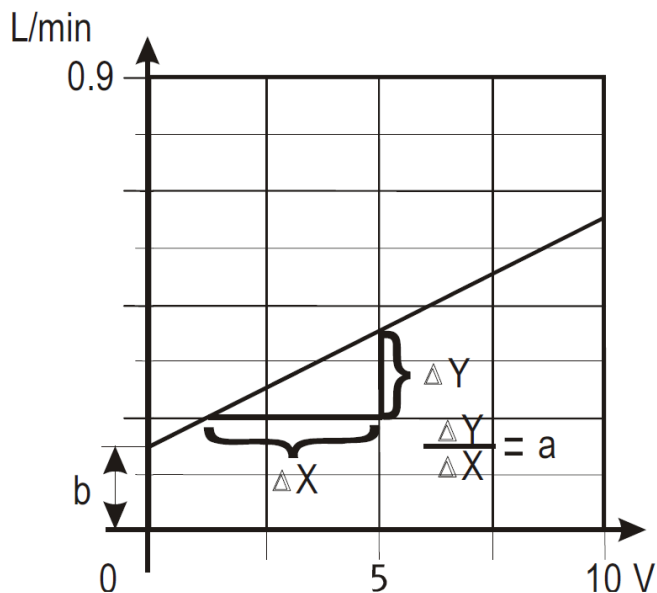
$$a = \frac{y - b}{x} = \frac{9.0 - 0}{10} = 0.9$$

Offset se zjistí pomocí následného vzorce.

$$x = \frac{y - b}{a} = \frac{0.3 - 0}{0.9} = 0.33$$

$$b = -X_0 = -0.33$$

Zadáním těchto nalezených hodnot do příslušných kolonek v okně Settings nám budou následně v programu FluidLab nadále zobrazovány místo napěťových signálů, signály o hodnotě fyzikální veličiny.



Obrázek 23: Graf lineární rovnice

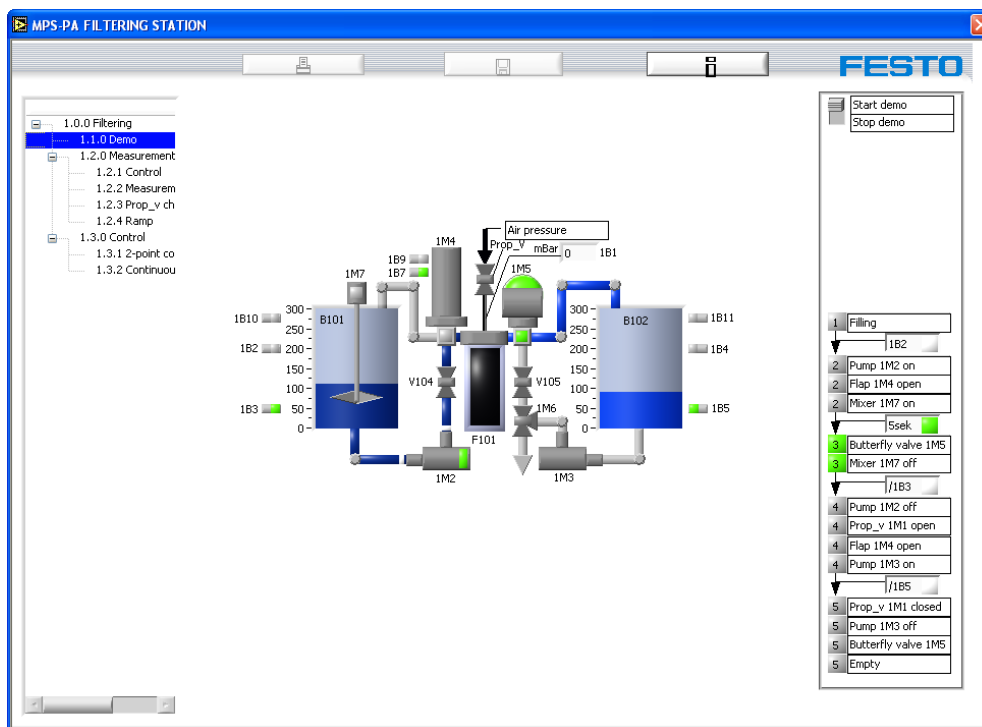
Dále bude popisováno programové prostředí pro zvolenou stanici filtrační, ale všechny prvky programu jsou stejné pro každou stanici, liší se pouze zvoleným modelem dané stanice.

4.3.2 Záložka Filtering

V této záložce se nachází pouze ilustrační obrázek zvolené stanice.

4.3.3 Záložka Demo

V této záložce se ve středu stánky nachází schématické zobrazení filtrační stanice s vyobrazením všech senzorů a akčních členů. V pravém sloupečku je pomocí vývojového diagramu zobrazen automatický proces, který v dané stanici probíhá. Přepnutím tlačítka na “Start demo“ se zapne proces jdoucí podle diagramu a student může na schématickém modelu pozorovat, jak proces probíhá, jaké akční členy se spínají a jaké senzory mají ve kterou dobu jakou hodnotu. Přepnutím tlačítka na “Stop demo“ se demo ukončí. Tento režim slouží pouze k těmto demonstračním účelům. Během něho nedochází ke komunikaci s EasyPort modulem.

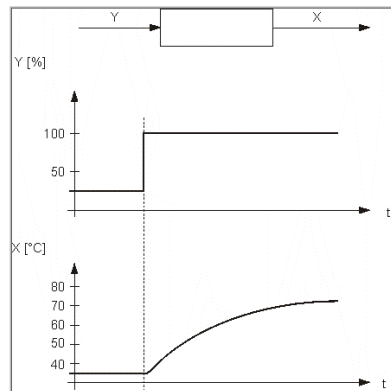


Obrázek 24: FluidLab záložka Demo

Tři ikony v horní části obrazovky slouží pro tisk, uložení naměřených dat a třetí otevře okno s informacemi a pokyny pro danou stanici.

4.3.4 Skupina záložek Measurement

V této skupině záložek se nacházejí již simulace, u kterých je podmínkou spojení PC s EasyPort modulem a funkční komunikace se stanicemi PA. Na vyobrazeném obrázku je zobrazen jednotkový skok a odezva na něj ilustrují způsob, jakým se ve FluidLabu vykreslují grafy a smysl zakreslování jejich os.



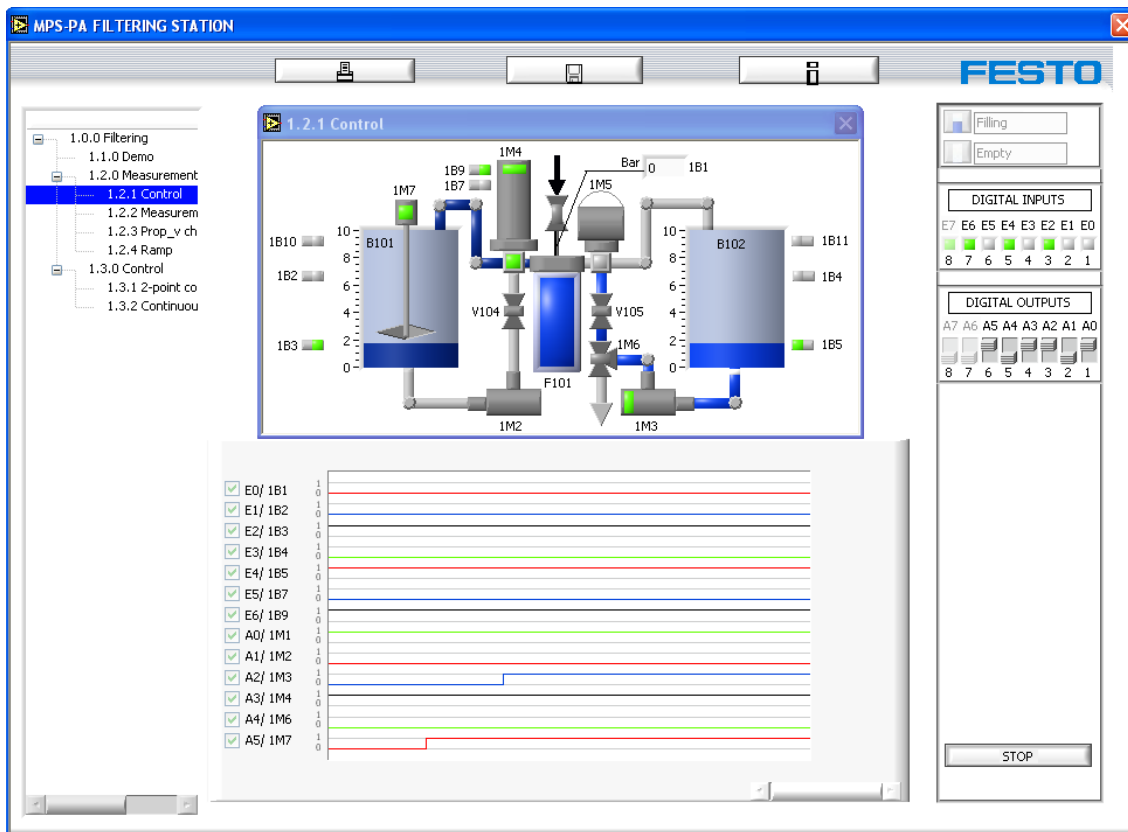
4.3.5 Záložka Control

V záložce Control je možné spínání a vypínání jednotlivých digitálních vstupů a výstupů a sledování změn v grafech na jednotlivé zásahy.

Digitální vstupy jsou zobrazovány jako LED. Digitální výstupy mohou být přepínány ručně v pravém sloupečku jednotlivými přepínači nebo interaktivně klikáním na jednotlivé komponenty na animaci. Stav jednotlivých vstupů a výstupů je možné kontrolovat v pravém sloupečku jako jednotlivé LED nebo přímo v animaci.

1. Pomocí zatržení zatrhávacích polí v dolní grafové oblasti si vyberete, které signály chcete v grafu zobrazit.
2. Pomocí tlačítka "START" se zapne záznam do grafu.

Během chodu není možné přidávat nebo odebírat zobrazované signály v grafu. Musí dojít k ukončení stisknutím tlačítka "STOP", vybrání nových signálů a opětovnému spuštění. Tímto restartováním dojde k smazání předchozích grafů, pokud nejsou uloženy.



Obrázek 25: FluidLab záložka Control

4.3.6 Záložka Measuring

V záložce Measuring probíhá to samé co v záložce Control s tím rozdílem, že zde se nastavují i analogové signály a na grafu se vynáší graf tlaku. Až tři naměřené křivky můžou být zobrazeny současně pro přímé porovnání naměřených charakteristik.

1. Nastav výstupní napětí analogového signálu v rozmezí 0 až 10 V.
2. Zapni digitální výstup A0 za účelem aktivace výstupu.
3. Klikni na "Diagram" tlačítko za účelem spuštění záznamu křivek.
4. Pomocí jezdce si vybereme, který diagram chceme vykreslovat.

Přepínání mezi jednotlivými diagramy není možné během chodu simulace. Pokud je měření restartováno nové měření začíná v čase $t = 0$. Existující naměřená křivka bude smazána, pouze pokud se před začátkem měření stiskne tlačítko "DELETE".

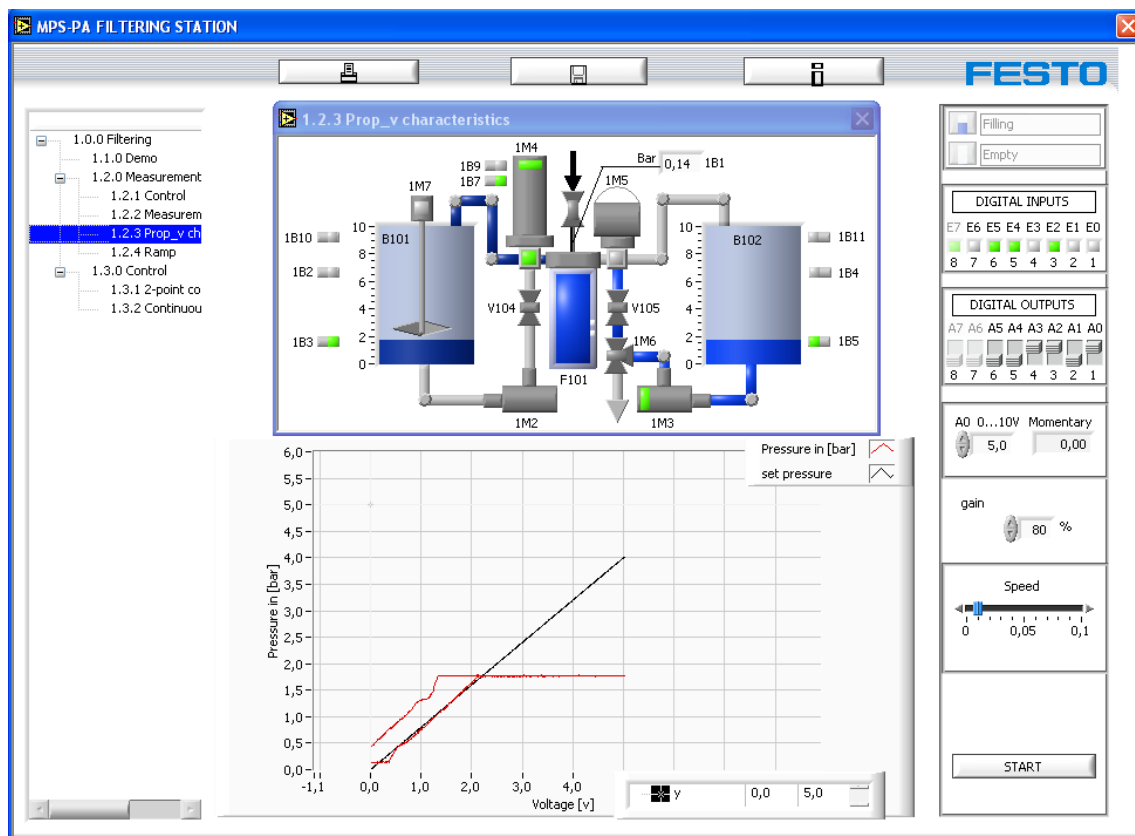
Pokud čerpadlo nefunguje v analogovém modu, přepojte jumper na propojovací desce MPS® PA Mixing Station na “Analogue”.

4.3.7 Záložka Prop_V characteristic curve

Tato záložka slouží k změření přechodové charakteristiky akčního členu tlaku na napětí. Regulátor nastavené žádané hodnoty (pracovní bod) by měl být vybrán tak, že regulovaná veličina regulované soustavy dosáhne požadované hodnoty.

První je získána za účelem určení pracovního bodu nejnížší možná hodnota regulované veličiny (v tomto případě co nejmenší průtok), a poté se získá co nejvyšší hodnota regulované veličiny (v tomto případě nejvyšší možný průtok).

1. Vyberte maximální hodnotu pro proporcionální regulátor tlaku.
2. Vyberte rychlost časové rampy.
3. Zapněte digitální výstup A0 za účelem aktivování výstupu.
4. Klikněte na "Start" za účelem začít zaznamenávat měřenou křivku.

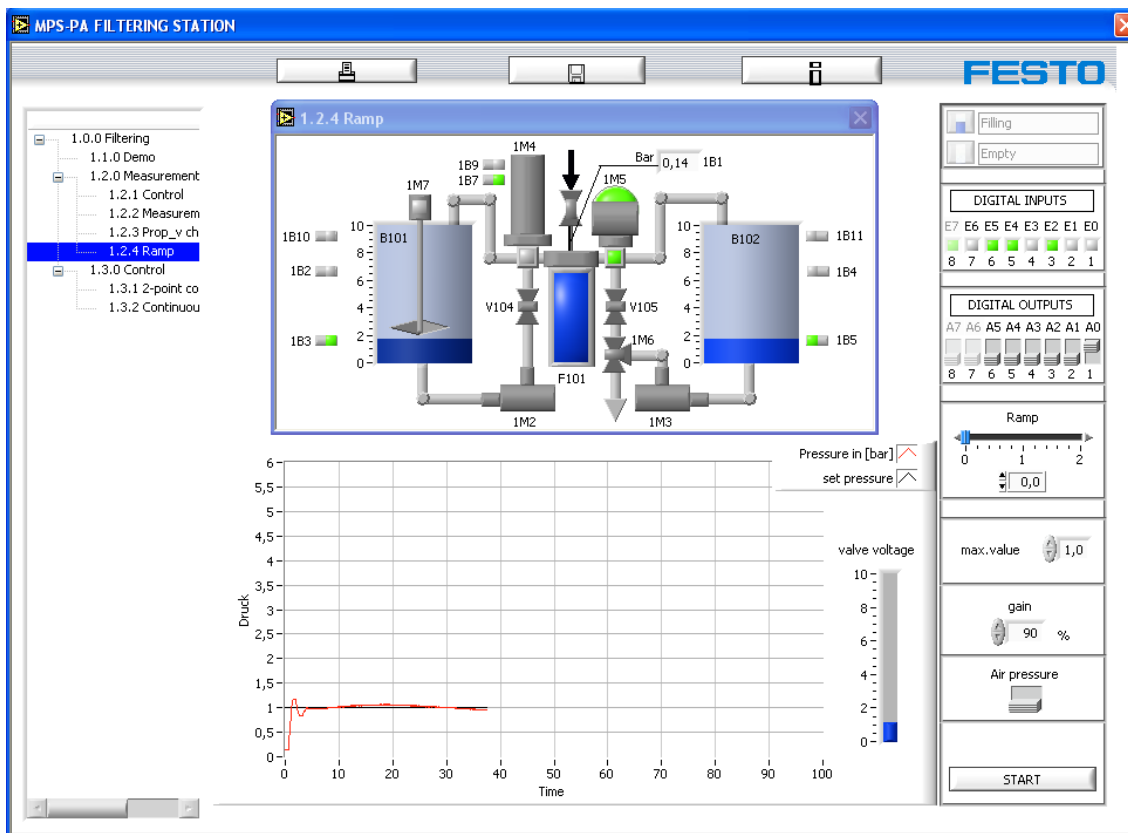


Obrázek 26: FluidLab záložka Prop_V

4.3.8 Záložka Ramp

Záložka Ramp slouží k identifikaci proporcionálního zesílení regulátoru tlaku. V praxi je vhodné pro systém, aby se zabránilo přepětí použitím signálů pomocí rampy.

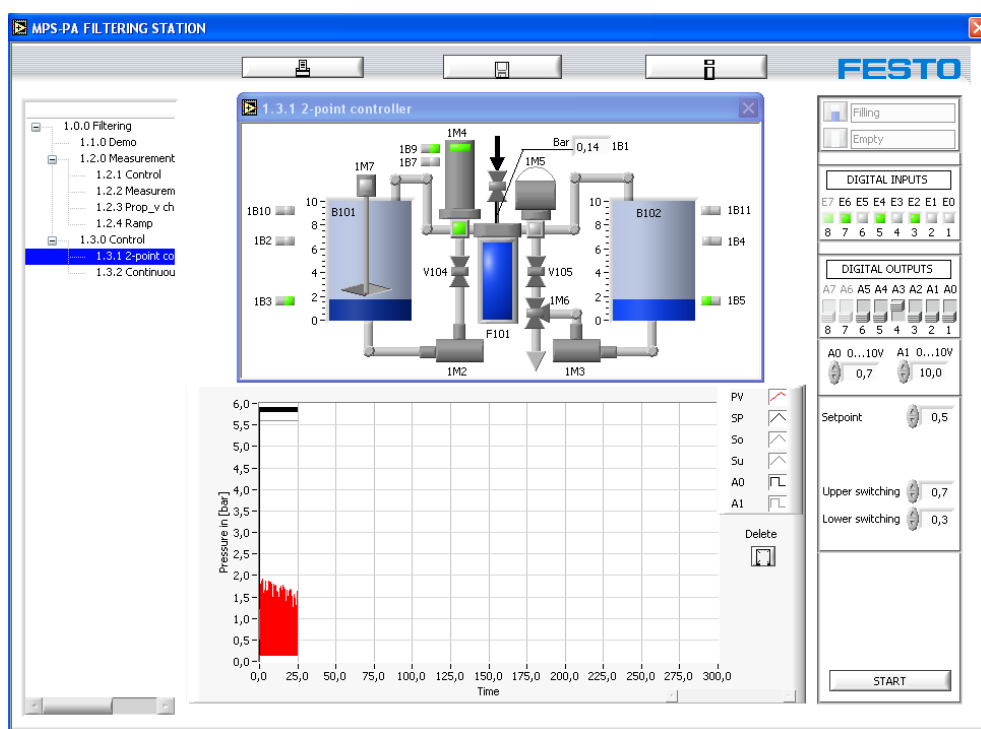
1. Vyberte digitální výstup A0 aby došlo k aktivaci výstupu.
2. Vyberte hodnotu mezi 0 a 1 v časové rampě.
3. Vyberte maximální nastavení tlaku.
4. Převod napětí na tlak proporcionálního regulátoru tlaku je poměr stanovený pomocí faktoru funkce gain.
5. Klikněte na tlačítko "Start", aby bylo možné začít nahrávat křivku.
6. Napětí na proporcionální regulátor tlaku lze zvyšovat nebo snižovat krok za krokem s funkcí rampy řízení.
7. Záznam na diagramu se zastaví kliknutím na tlačítko "Stop".



Obrázek 27: FluidLab záložka Ramp

4.3.9 Záložka 2-Point controller

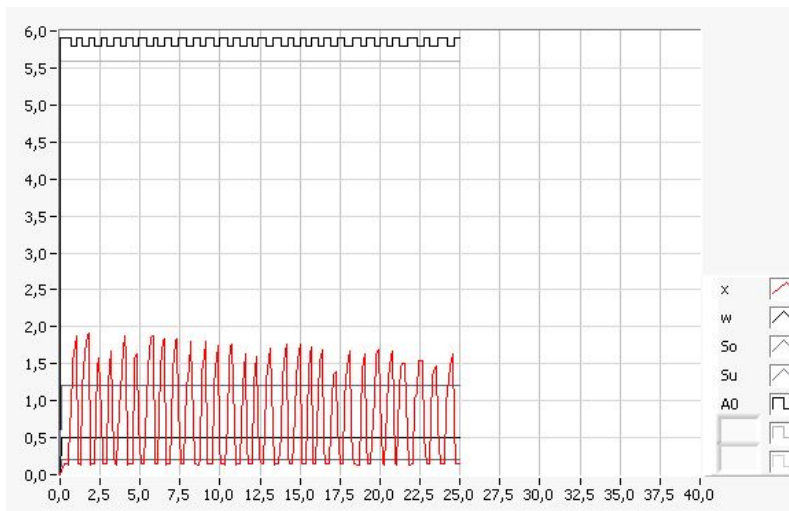
V této záložce je proces řízen pomocí dvoubodového regulátoru. Dvoubodový regulátor je nespojitý regulátor s dvěma počátečními stavy. Například, pokud je skutečná hodnota menší než požadovaná hodnota čerpadlo se zapne, a když je skutečná hodnota vyšší, než je požadovaná hodnota, čerpadlo se opět vypne. Aby bylo zajištěno, že ovládaný regulační člen se stále nezapíná a nevypíná, jsou zahrnuty v horní a dolní spínací mezi hystereze, která sahá nad a pod nastavenou hodnotu. V tomto řízení se řídí spínání čerpadla 1M1, které čerpá kapalinu z nádrže špinavá voda do nádrže čistá voda.



Obrázek 28: FluidLab záložka 2-point controller

Vyberte nastavovanou hodnotu pro čerpadlo 1M1 (10 V je doporučeno), nebo přenastavit jumper na přípojné desce na MPS ® PA filtrační stanici na digitální signály.

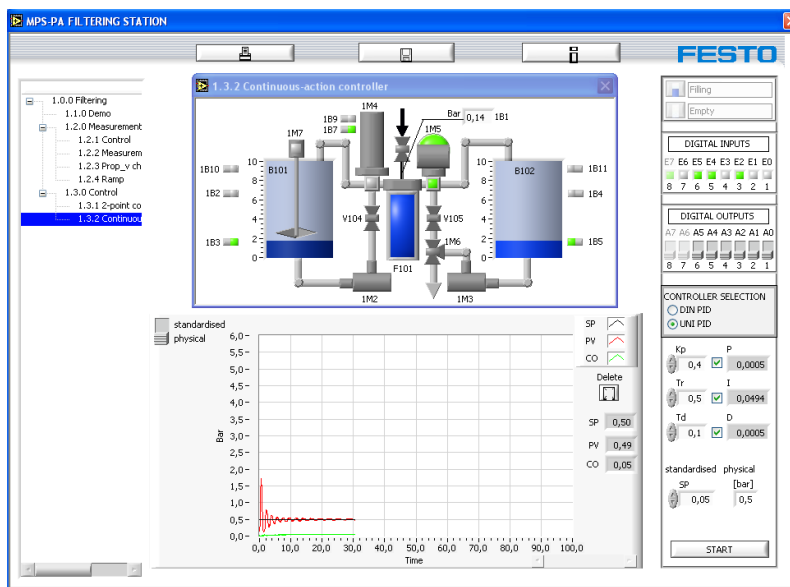
1. Zadejte požadovanou hodnotu. Žádaná hodnota je standardizována, tj. hodnotu mezi 0 a 1. Tato hodnota může být převedena na fyzikální veličinu, a odpovídá hodnotě v diagramu.
2. Nastavte horní práh.
3. Nastavte dolní práh.
4. Spusťte proces řízení kliknutím na "Start" tlačítko ovladače.



Obrázek 29: Průběh signálů ukázkové dvoubodové regulace

4.3.10 Záložka Continuous controller

V této záložce se nastavuje spojitý regulátor pro řízení zpětného čištění filtru regulací tlaku. Na rozdíl od dvoubodového regulátoru, zde regulátor nepřetržitě generuje spojitý signál pro akční veličiny, jejichž velikost je závislá na regulační odchylce. Akčním členem je tu regulátor tlaku.



Obrázek 30: FluidLab záložka Spojitého regulátoru

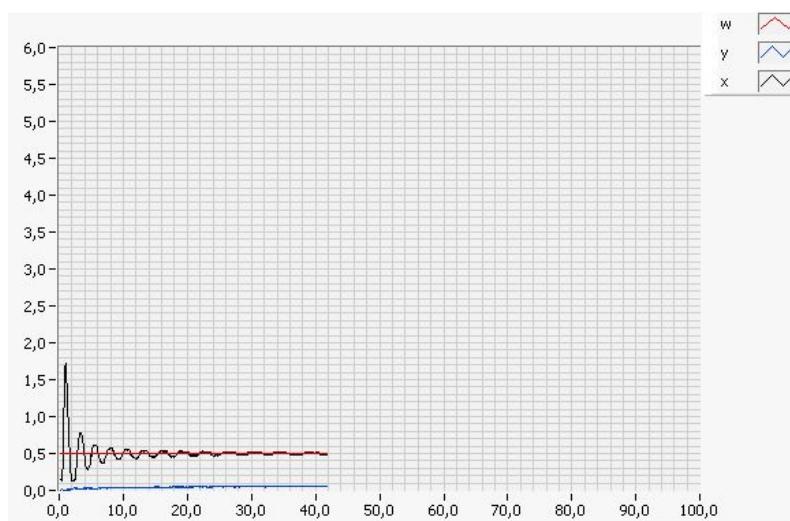
1. Vyberte buď DIN, nebo UNI PID regulátor.
2. Vyberte typ regulátoru kliknutím na příslušné políčko.

Lze zvolit následující typy regulátorů:

- P regulátor - pro méně náročné aplikace, snadno se nastavuje, pracuje s trvalou regulační odchylkou.
- I regulátor – pracuje pouze s přechodovou regulační odchylkou.
- PI regulátor - nejběžnější, pro středně náročné aplikace se středně rychlými změnami regulované veličiny a astatické soustavy, nastavuje se obtížněji, pracuje bez trvalé regulační odchylky.
- PD regulátor - málo používaný, pro aplikace s rychlými změnami regulované veličiny, pracuje s trvalou regulační odchylkou.
- PID regulátor - pro nejnáročnější aplikace s rychlými změnami regulované veličiny a astatické soustavy, poměrně obtížně se nastavuje, pracuje bez trvalé regulační odchylky.

1. Vyberte požadovaný typ zobrazení pro diagram, tj. "standardizované" nebo "fyzické".
2. Zadejte řídicí parametry K_p , T_n a T_v dle zvoleného typu regulátoru.
3. Spust'íte proces řízení kliknutím na "Start" tlačítko ovladače.
4. Parametry K_p , T_n a T_v lze v průběhu řízení měnit.
5. Proces řízení může být zastaven kliknutím na "Stop" tlačítko ovladače.

Další informace jsou obsaženy v FluidLab ®-PA manuálu.



Obrázek 31: Průběh signálů ukázkové spojité PID regulace

5 Návrh úloh pro práce se stanicemi MPS® PA

Stanice PA umožňují velkou škálu možností použití ve výuce, proto tu uvádím pouze některé možnosti návrhu zadání úloh pro realizaci.

- Najděte pomocí schémat na stanicích všechny akční členy, senzory a pasivní prvky.
- Identifikujte jednotlivé akční členy a senzory pomocí datasheetu.
- Změřte všechny senzory:
 - Rozsah
 - Pásmo necitlivosti
 - Hystereze
 - Linearitu
 - Přesnost
 - Přechodová a frekvenční charakteristika
- Změřte všechny akční členy:
 - Rozsah
 - Pásmo necitlivosti
 - Oblast linearity
 - Přechodovou charakteristiku
- Propojte PC s EasyPort modulem.
 - Pomocí programu EasyPort demo aplikace si vyzkoušejte ovládání pomocí zadávání jednotlivých parametrů.
 - Pomocí programu EasyPort demo aplikace si vyzkoušejte ovládání pomocí zadávání příkazů, které se konstruují, viz FESTO, MPS® EasyPort USB 721876_EN viz [6].
- Propojte PC s EasyPort modulem a Festo training panel.
 - Pomocí programu EasyPort demo aplikace zřídte komunikaci mezi těmito prvky a vyzkoušejte si cvičné ovládání stanic pomocí tohoto programu.
 - Pomocí programu EasyVeep zřídte komunikaci mezi těmito prvky a vyzkoušejte si ovládání zvolených modelů pomocí tohoto ručního ovládání.

- Propojte PC s EasyPort modulem a zvoleným řídicím systémem.
 - Vypracujte pro zvolenou úlohu v programu EasyVeep program pro zvolený řídicí systém PLC.
 - Vytvořte kabelovou propojku s konektorem pro propojení EasyPort modulu a PLC.
 - Pomocí programu EasyVeep zřídíte komunikaci mezi těmito prvky a vyzkoušejte si řízení zvolených modelů pomocí řídicího systému PLC.
- Propojte PC s EasyPort modulem a zvolenou stanicí.
 - Pomocí programu EasyPort demo aplikace zřídíte komunikaci mezi těmito prvky a vyzkoušejte si ovládání stanic pomocí tohoto programu.
 - Pomocí programu FluidLab zřídíte komunikaci mezi těmito prvky a vyzkoušejte všechny možnosti, které tento program umožňuje pro práci s těmito stanicemi.
 - Nastavte a otestujte dvoupolohovou regulaci dané stanice.
 - Nastavte a otestujte řízení pomocí spojitého regulátoru a to v nastavení.
 - P regulátor
 - I regulátor
 - PI regulátor
 - PD regulátor
 - PID regulátor

A najděte parametry pro jednotlivé regulátory.
- Vytvořte upevňovací desku s DIN lištou pro trvalou instalaci EasyPort modulu na každou stanici PA.

Další zadání najdete v PDF dokumentu na CD MPS_PA_TW_Media v záložce EN\Solution MPS_PA_solution_709743_EN.pdf viz [5].

6 Závěr

Za přínos této absolventské práce považuji seznámení se stanicemi procesní autorizace jako se zástupcem reálné mechatronické soustavy. A tím si osvojení velkého množství nových poznatků, které se mi budou hodit v budoucnu při práci s jinými obdobnými systémy.

V mé absolventské práci se podařilo splnit veškeré požadavky zadání. Byla vytvořena práce, která může sloužit jako učební materiál pro práci s těmito stanicemi a jejich softwary. Byl vypracován popis jednotlivých stanic, jejich konstrukce, funkce a procesy které v nich probíhají. Dále bylo vytvořeno úvodní seznámení s dodávanými softwary a jejich popis. Konkrétně s programem EasyPort Demo aplikation, EasyVeep a FluidLab. Byl sepsán popis, co jednotlivé tyto programy umožňují a k jakým činnostem a oblasti výuky se dají použít. Byl vytvořen popis EasyPort modulu, zařízení, které umožňuje připojit tyto stanice k PC a tím zvýšit možnost jejich použití o další oblasti výuky. Díky tomuto propojení lze pomocí počítače simulovat různé typy řízení a regulátorů. Dále bylo vypracováno zadání úloh pro práce s těmito stanicemi v hodinách Mechatronických systémů ale i například v Řízení a regulace, či v předmětu Provoz technických zařízení.

Při zpracování projektu jsem narazil na dva problémy. První problém spočíval v tom, že i přes uváděnou podporu operačního systému Microsoft Vista se mi na něm nepovedlo zprovoznit driver a navázat komunikaci s EasyPort modulem. Komunikace byla možná pouze se zřízeným fungujícím virtuálním počítačem s nainstalovaným Microsoft Windows XP, pravděpodobně by to fungovalo i s fungujícím XP Modem.

Druhý problém byl v tom, že při delší době spojitého řízení u filtrační stanice připojený kompresor stlačeného vzduchu nedokázal dodávat potřebný tlak a po čase se vypínal vlivem teplotní ochrany, proto bych doporučil stanice připojit na jiný rozvod tlakového vzduchu.

Tato absolventská práce je pouze skromný úvod k práci s těmito stanicemi, které nabízí velký potenciál k zpracování dalších absolventských nebo maturitních prací v různých odvětvích této problematiky.

Literatura:

- [1] FUKA, Jan, Sestavy stanic FESTO: Návod k obsluze učební text, Sezimovo Ústí, 2011, Skripta, VOŠ, SŠ, COP, Sezimovo Ústí.
- [2] FESTO, FluidLab® PA for Compact Workstation and EduKit® PA Manual_EN, 2008, Manual, Festo Didactic GmbH & Co. FluidLab®-PA Software.
- [3] FESTO, FluidLab® PA for MPS® PA Manual_EN, 2008, Manual, Festo Didactic GmbH & Co. FluidLab®-PA.
- [4] FESTO, MPS® PA Workbook 548591_EN, Skripta, Festo Didactic GmbH & Co. KG • MPS®PA.
- [5] FESTO, MPS® PA Solutions 709743_EN, Skripta, Festo Didactic GmbH & Co. KG • MPS®PA.
- [6] FESTO, MPS® EasyPort USB 721876_EN, Manual, Festo Didactic GmbH & Co. KG • MPS®PA.

Příloha A

Použitý software

Microsoft Windows XP	http://windows.microsoft.com/cs-cz/windows/home
Microsoft Windows Vista	http://windows.microsoft.com/cs-cz/windows/home
Microsoft Windows 8	http://windows.microsoft.com/cs-cz/windows/home
Microsoft Office 2010	http://office.microsoft.com/cs-cz/
PDF Creator	http://sourceforge.net/projects/pdfcreator/
Adobe Photoshop	http://www.adobe.com/cz/products/photoshop.html
EasyPort Demo application	http://www.festo-didactic.com/cz-cs/
EasyVeep	http://www.festo-didactic.com/cz-cs/
FLuidLab	http://www.festo-didactic.com/cz-cs/

Příloha B

Žádost o umožnění používání autorsky chráněných materiálů společnosti FESTO

From: Jan Kročák [mailto:stormfire@centrum.cz]

Sent: Saturday, March 02, 2013 3:01 PM

To: Tumova, Olga

Subject: Zádost o svoleni pouzivat materialy k Absolventske praci Jan Krocak

Dobrý den,

chtěl bych Vás požádat o svolení čerpat a používat Vaše výukové a dokumentační materiály k stanicím procesní automatizace Festo, které se nachází ve škole

Vyšší odborná škola Střední škola Centrum odborné přípravy

Budějovická 421

Sezimovo Ústí

391 02.

Za účelem vypracování mé absolventské práce s názvem: Procesní automatizace FESTO – využití periférií a PC ve výuce. Všechny materiály, ze kterých budu v práci čerpat, budou správně uvedeny a citovány a budete uvedeni v poděkování.

S díky

Jan Kročák

Nemyšl 15

Mladá Vožice 39143

tel.: 605858998

e-mail: stormfire@centrum.cz

From: Olga Tůmová [mailto:olga_tumova@festo.com]

Sent: Saturday, March 05, 2013 9:18 AM

To: Jan Kročák

Subject: Zádost o svolení používat materiály k Absolventské práci Jan Krocak

Dobrý den pane Kročáku,

souhlasíme s používáním a čerpáním z materiálů Festo za účelem vypracování Vaší absolventské práce.

S pozdravem

Ing. Olga Tůmová

vzdělávání - semináře

Festo, s.r.o.

Modřanská 543/76

147 00 Praha 4 - Hodkovičky

Tel.: 261 099 632

Fax: 241 773 384

olga_tumova@festo.com

<http://www.festo.cz>

Příloha C

Obsah přiloženého DVD

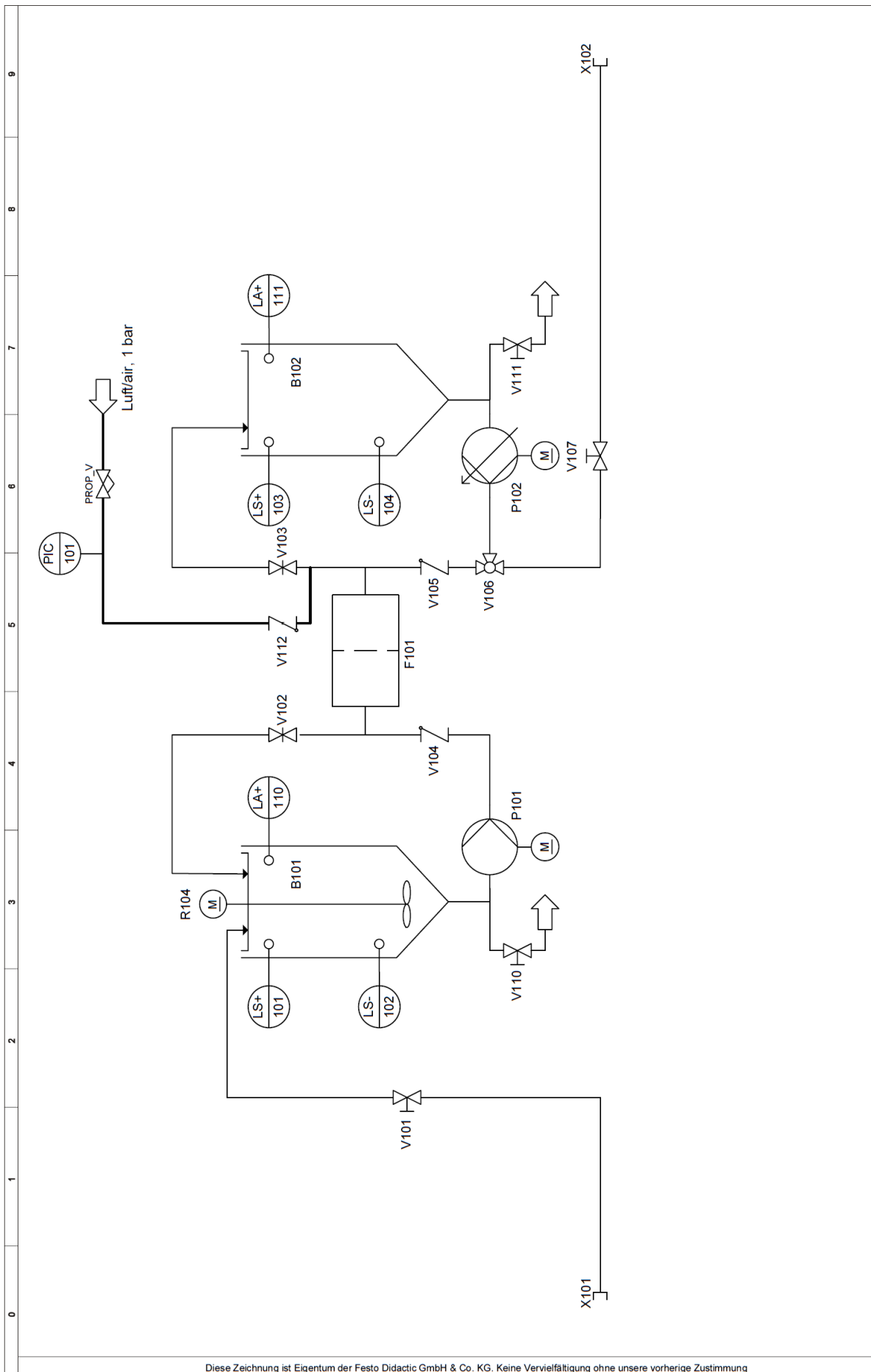
Na DVD jsou přiloženy následující soubory:

- Krocak_AP_2012_2013.pdf
- Kopie zadání AP
- Driver EasyPort
- Výkresová dokumentace stanic PA

Příloha D

Výkresová dokumentace stanic MPS® PA

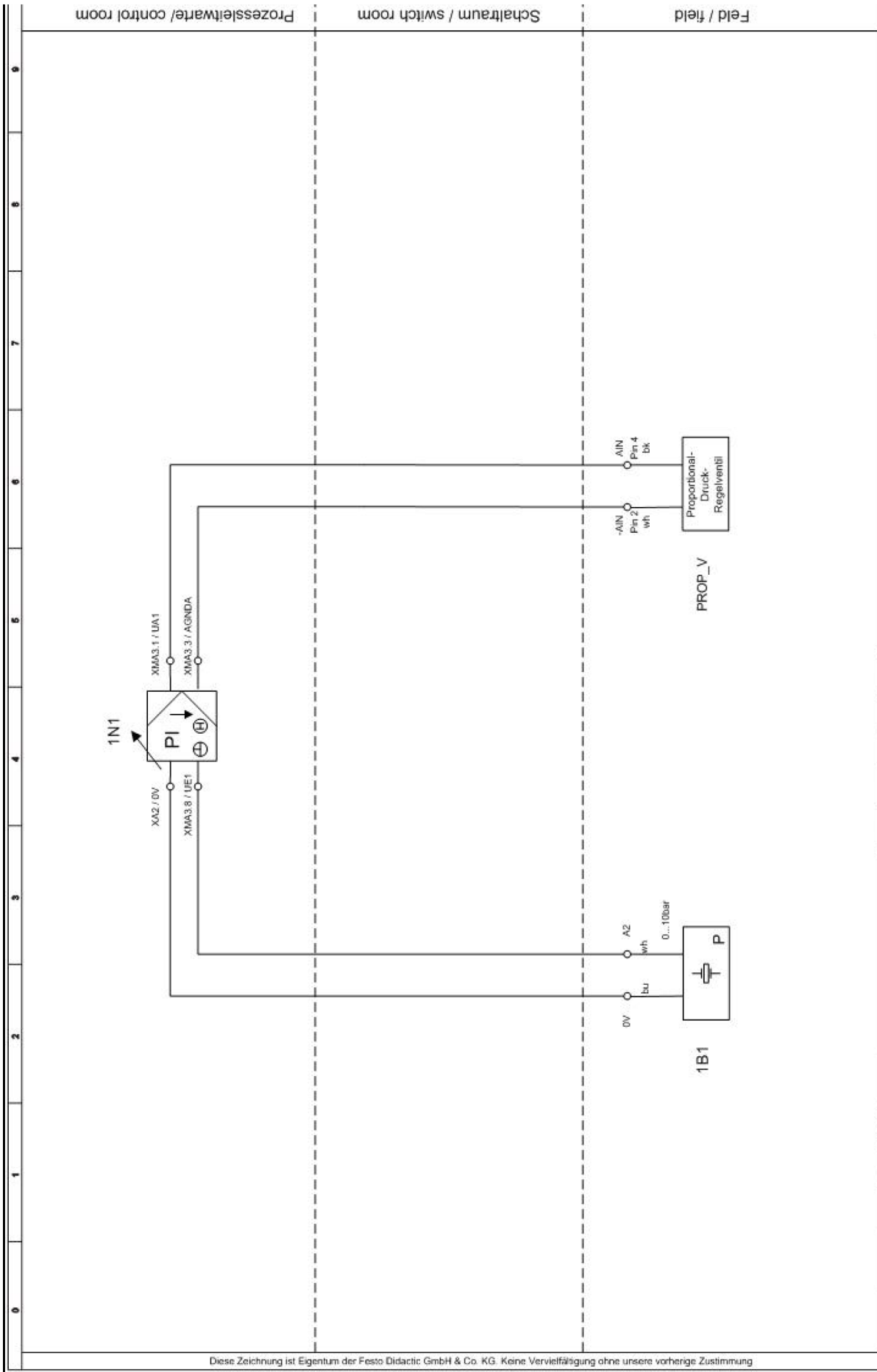
Filtrační stanice



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

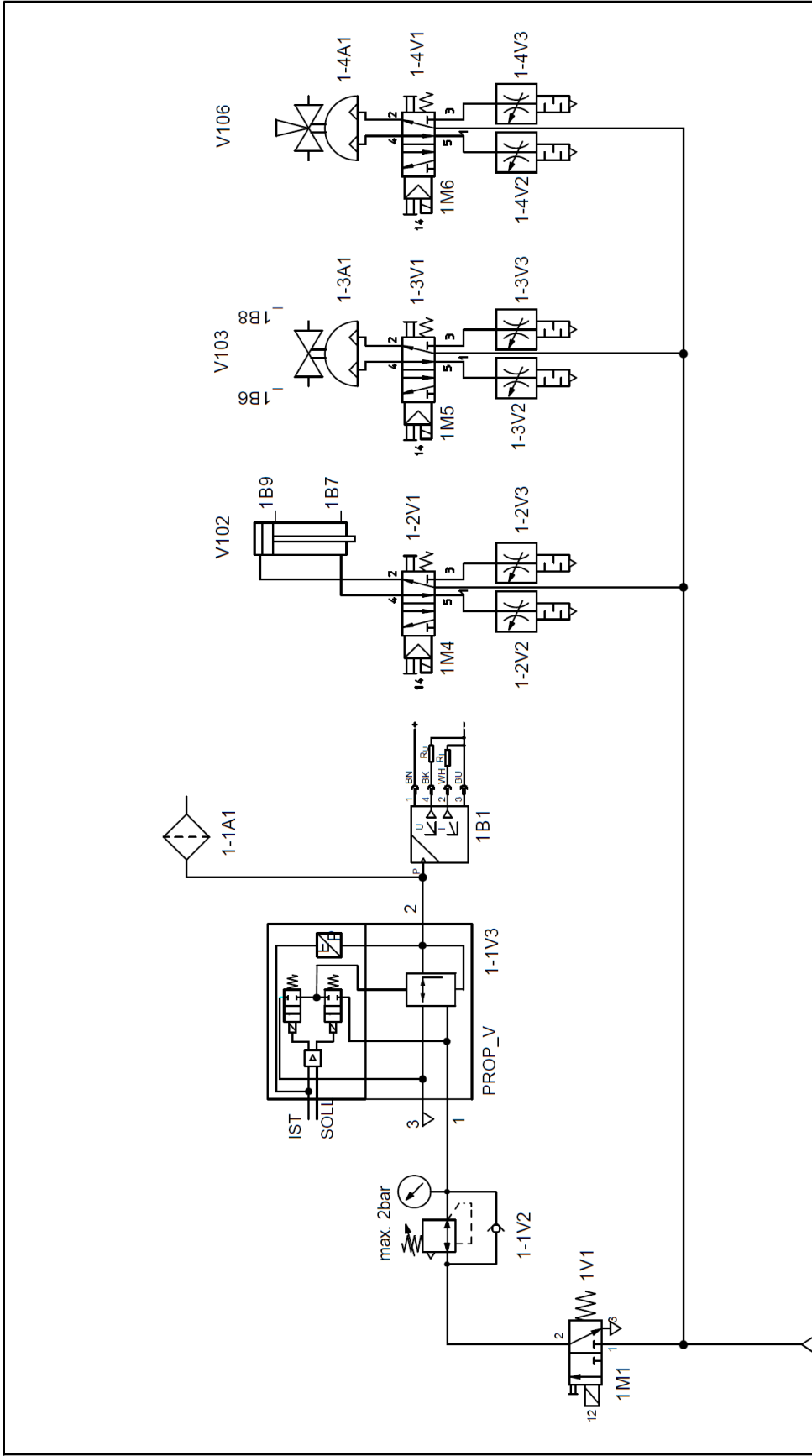
Diese Zeichnung ist Eigentum der Festo Didactic GmbH & Co. KG. Keine Vervielfältigung ohne unsere vorherige Zustimmung

Änderung	Datum	Name	Norm	DIN EN ISO 10628	Urspr.	Ers f.	Ers d.
	01.09.05	ADIRO	MBEL				
	Bearb.	ADIRO					
	Gepr.	MBEL					
	Festo Didactic GmbH & Co. KG Reichbergstraße 3 D-73770 Denkendorf						
	RI-Fließbild Pi diagram						
	Filtern/Filtration MPS® PA STATION						
	Blatt/page 1						
	von/of 1						

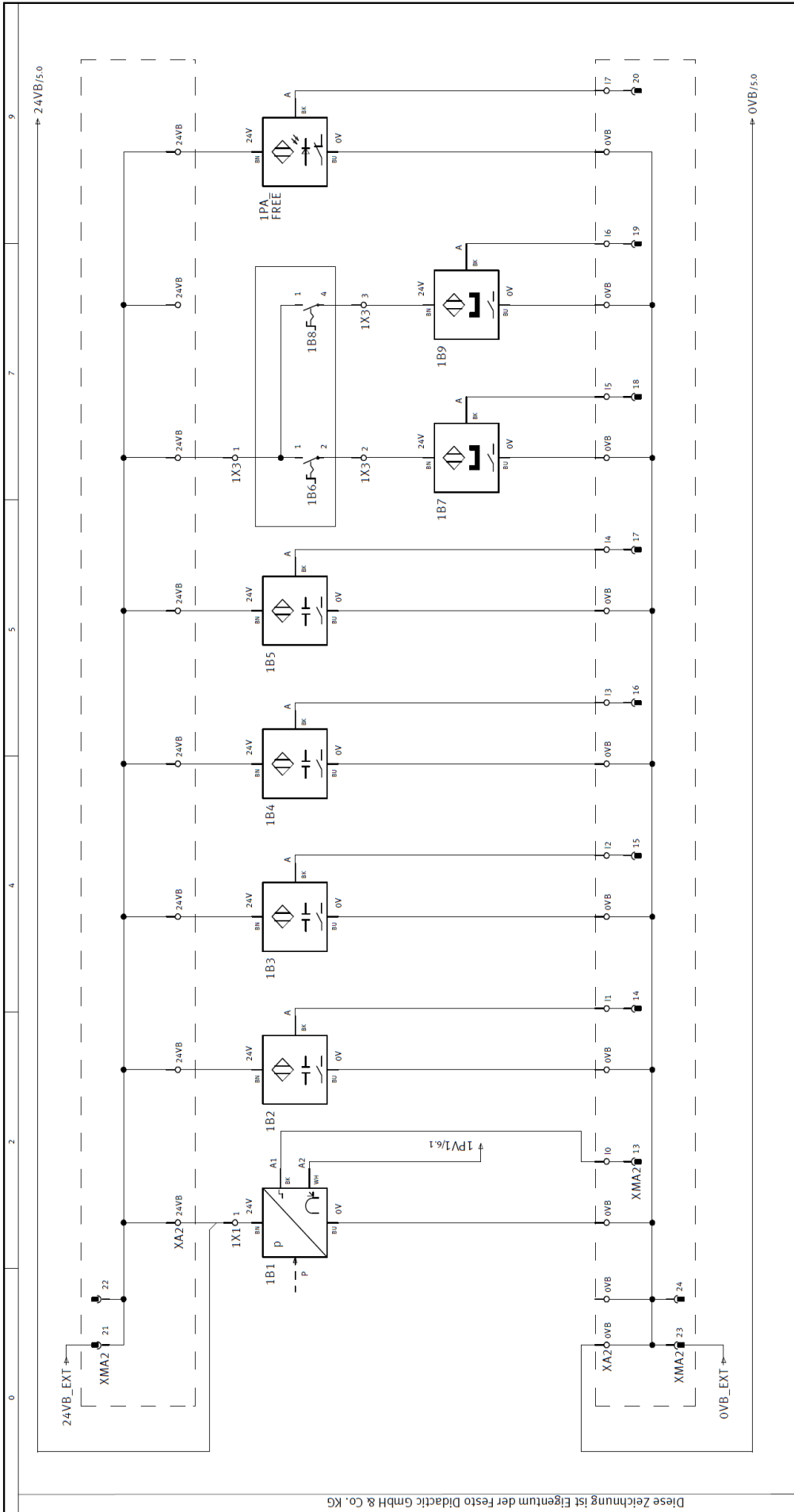


Diese Zeichnung ist Eigentum der Festo Didactic GmbH & Co. KG. Keine Vervielfältigung ohne unsere vorherige Zustimmung

Anderung		Datum	Name	Norm	Urspr.	Ers.f.	FESTO Ers.d.		MSR-Stellenplan P101/W103 EMCS block diagram P101/W103		Filtern / Filtration MPS® PA STATION		Blatt/page 1 von/of 1
		20.12.05					Festo Didactic GmbH & Co. KG Reichenbergerstr. 3 D-73770 Denkendorf						
		Bearb.	ADIRO										
		Gepr.	MBEL										
		Gepr.	MBEL										
		Norm	DIN 19227-2										



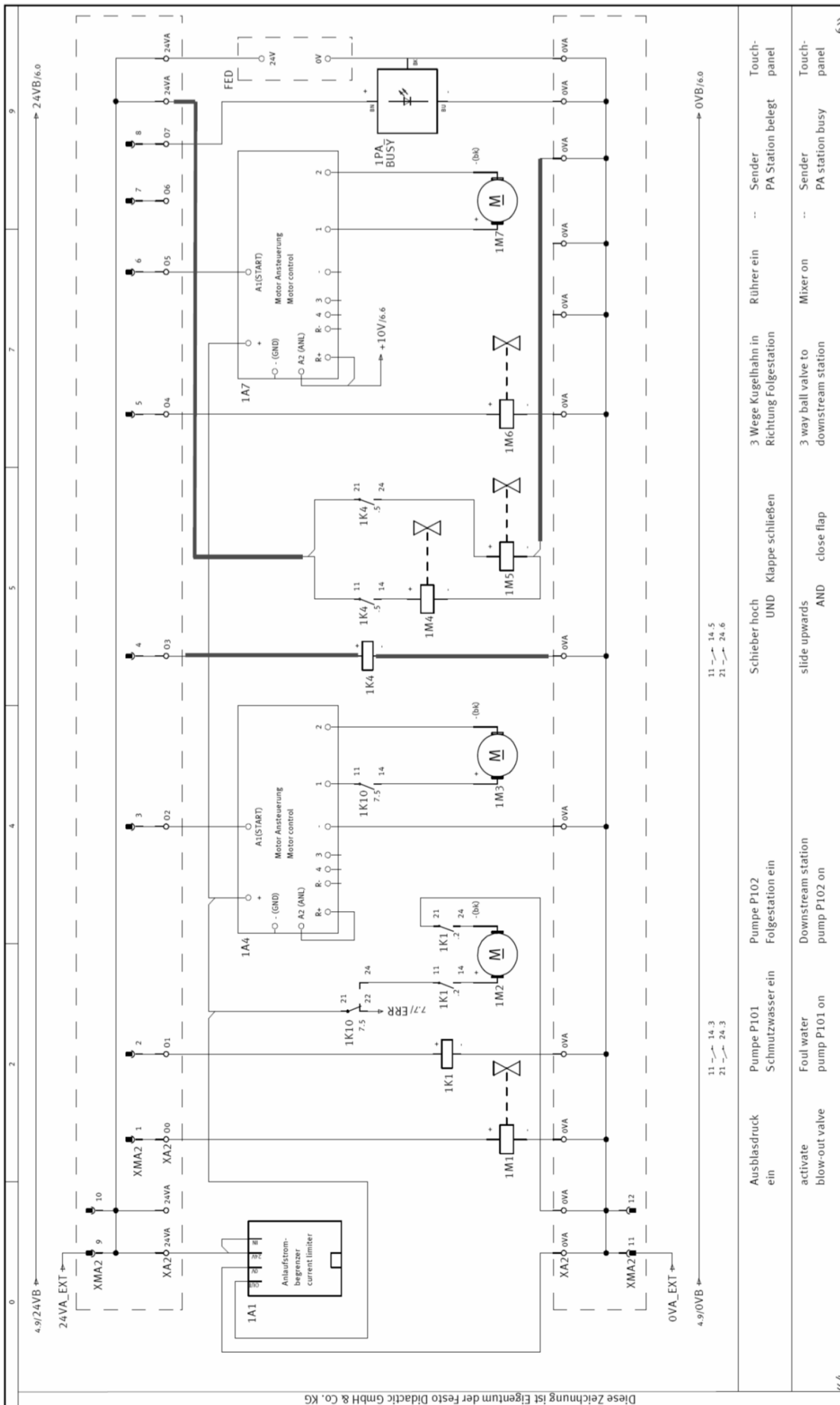
Ausblasdruck ein	Proportional-Druck-Regelventil	man. Druck-Regelventil	Drucksensor	Schieber hoch	Klappe schließen	3 Wege Kugelhahn in Richtung Folgestation
Activate blow-out valve	Proportional pressure regulator	man. pressure regulator	pressure sensor	knife gate upwards	close butterfly valve	3 way ball valve to downstream station
Aenderung	Datum	Name	Benennung:			
a	gez.	27.09.06	MPS PA Filtern / Filtration			
b			Zeichnungs-Nr. Pneumatik / pneumatic TN 541144			
c	gepr.		Anlage	Ort	Blatt Nr. von	Blatt
c						



Diese Zeichnung ist Eigentum der Festo Didactic GmbH & Co. KG

Externe Spannung:	Drucksensor	Näherungssensor	Näherungssensor	Näherungssensor	Klappe auf UND	Klappe zu UND	Empfänger
weissung:	Ausblasdruck ok	Tank B101 oben	Tank B101 unten	Tank B102 unten	Schieber unten	Schieber oben	Folgestation frei
External power supply	Pressure sensor valve blow-out pressure ok	Proximity sensor tank B101 top	Proximity sensor tank B101 bottom	Proximity sensor tank B102 top	Flap opened AND slide down	Flap closed AND slide up	Receiver downstream station free

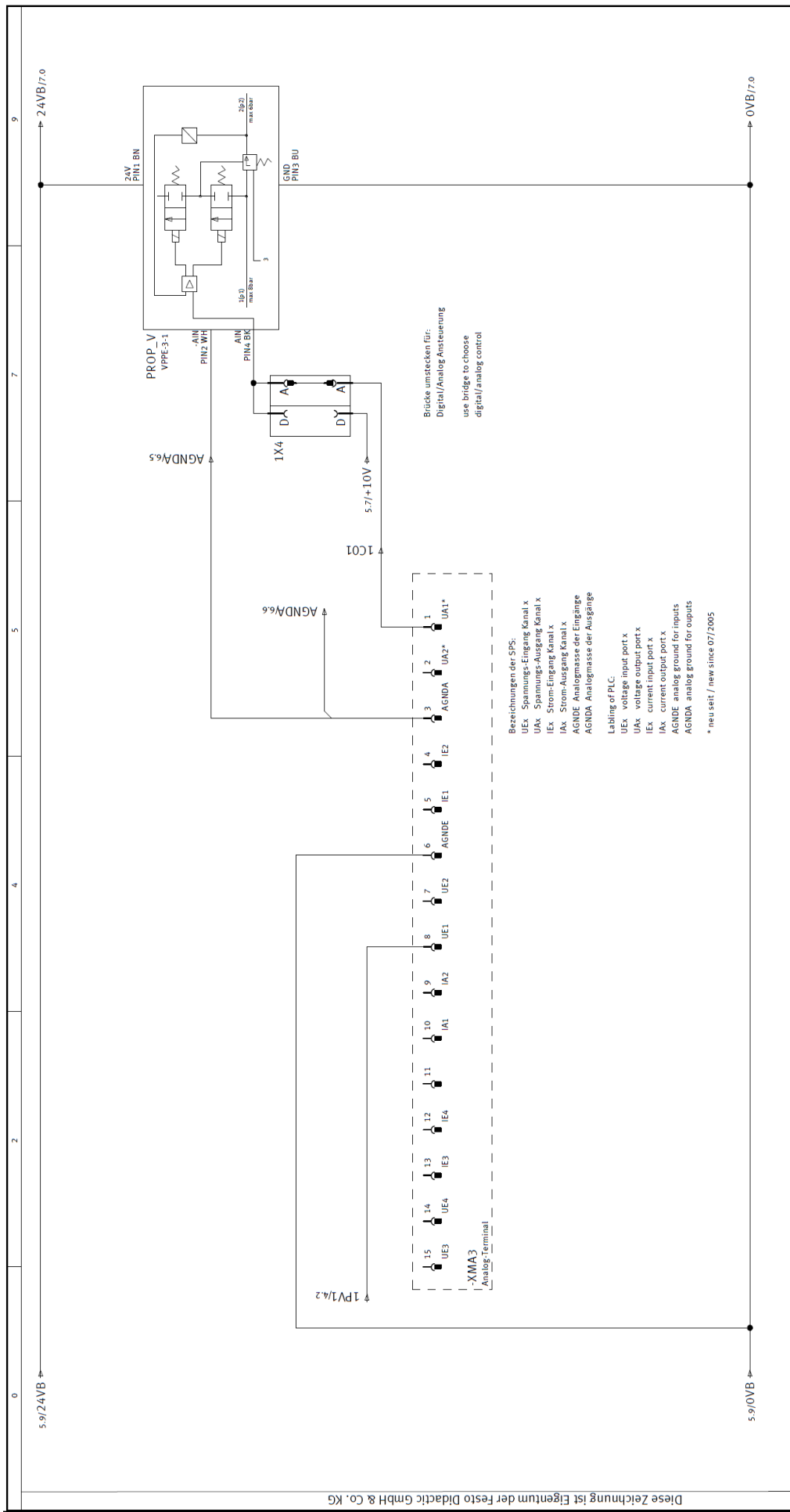
cc 3	Eingänge Station		MPS PA		Filtern / Filtration	
Date	13.03.08	Festo Didactic GmbH & Co. KG		DPI	VN	Pg. 4
Konstr.	MBEL	Rechbergsstraße 3		STATION		last: 7
Certif.	D-73770 Denkendorf	Eingänge Station				
Drw.-No	541144-el.	Inputs station				



Diese Zeichnung ist Eigentum der Festo Didactic GmbH & Co. KG

4.9/24VB	0	2	4	5	7	9	→ 24VB/6.0
4.9/0VB	10	1	2	3	4	5	→ 0VB/6.0
11 - 14.3	21 - 24.3	11 - 14.5	21 - 24.6				
Ausblasdruck ein	Pumpe P101	Pumpe P102	Schieber hoch	3 Wege Kugelhahn in Richtung Folgestation	Sender PA Station belegt	Touch-panel	
activate blow-out valve	Foul water pump P101 on	Downstream station pump P102 on	slide upwards AND	Klappe schließen close flap	Mixer on PA station busy	Touch-panel	

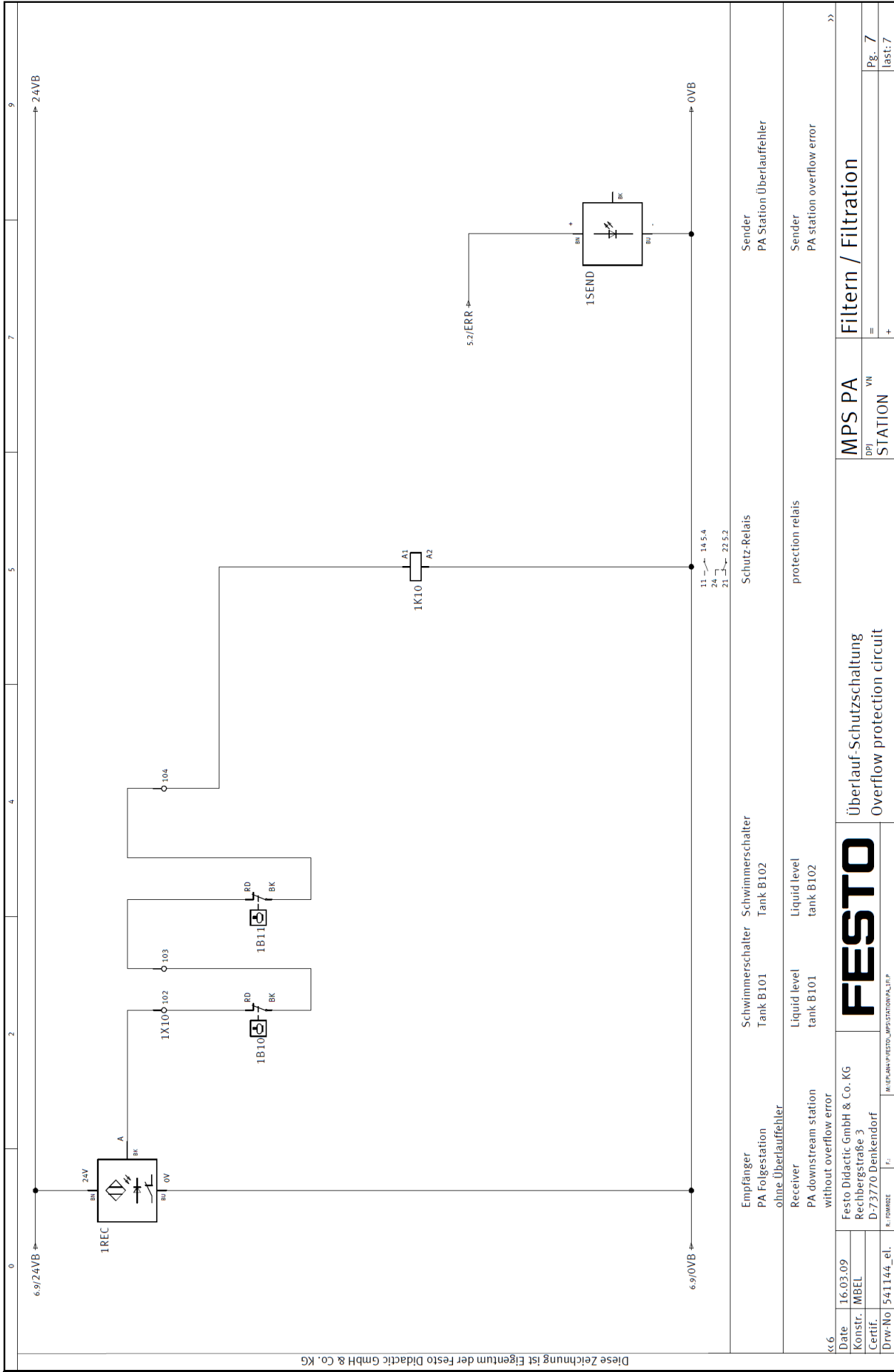
6.4	Date	16.03.09	MPS PA		Filtrern / Filtration	6.5
	Konstr. MBEL		DPH			Pg. 5
	Certif.		VN			last:7
	Drw-No	541144_el.	STATION		+	
Festo Didactic GmbH & Co. KG Reichbergstraße 3 D-73770 Denkendorf		Ausgänge Station Outputs station				



Diese Zeichnung ist Eigentum der Festo Didactic GmbH & Co. KG

Analog Terminal	1PV1=Istwert X Ausblasdruck	1C01=Stellgröße Y Ausblasdruck	Proportional-Druck-Regelventil Ausblasdruck ein
analog terminal	1PV1=process value PV blow-out pressure	1C01=controlled output CO blow-out pressure	Proportional pressure regulator activate blow-out valve

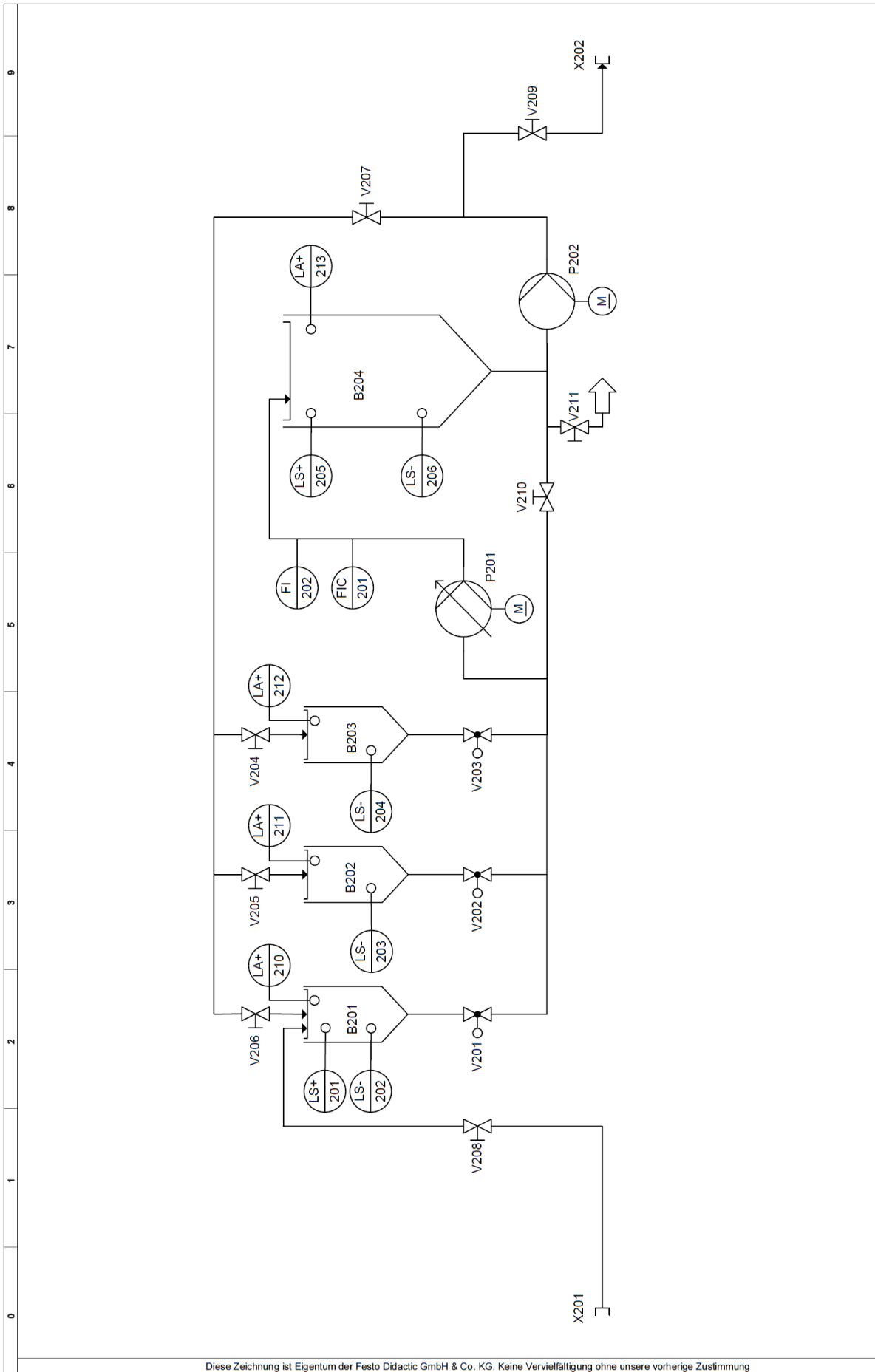
Date	07.11.08	FESTO	Filtern / Filtration
Konstr.	MBEL		
Certif.			
Drw-No	5411.44_eL	MPS PA DPI STATION	7. >>
R. / DRAWER	F.		Pg. 6 last: 7



Diese Zeichnung ist Eigentum der Festo Didactic GmbH & Co. KG

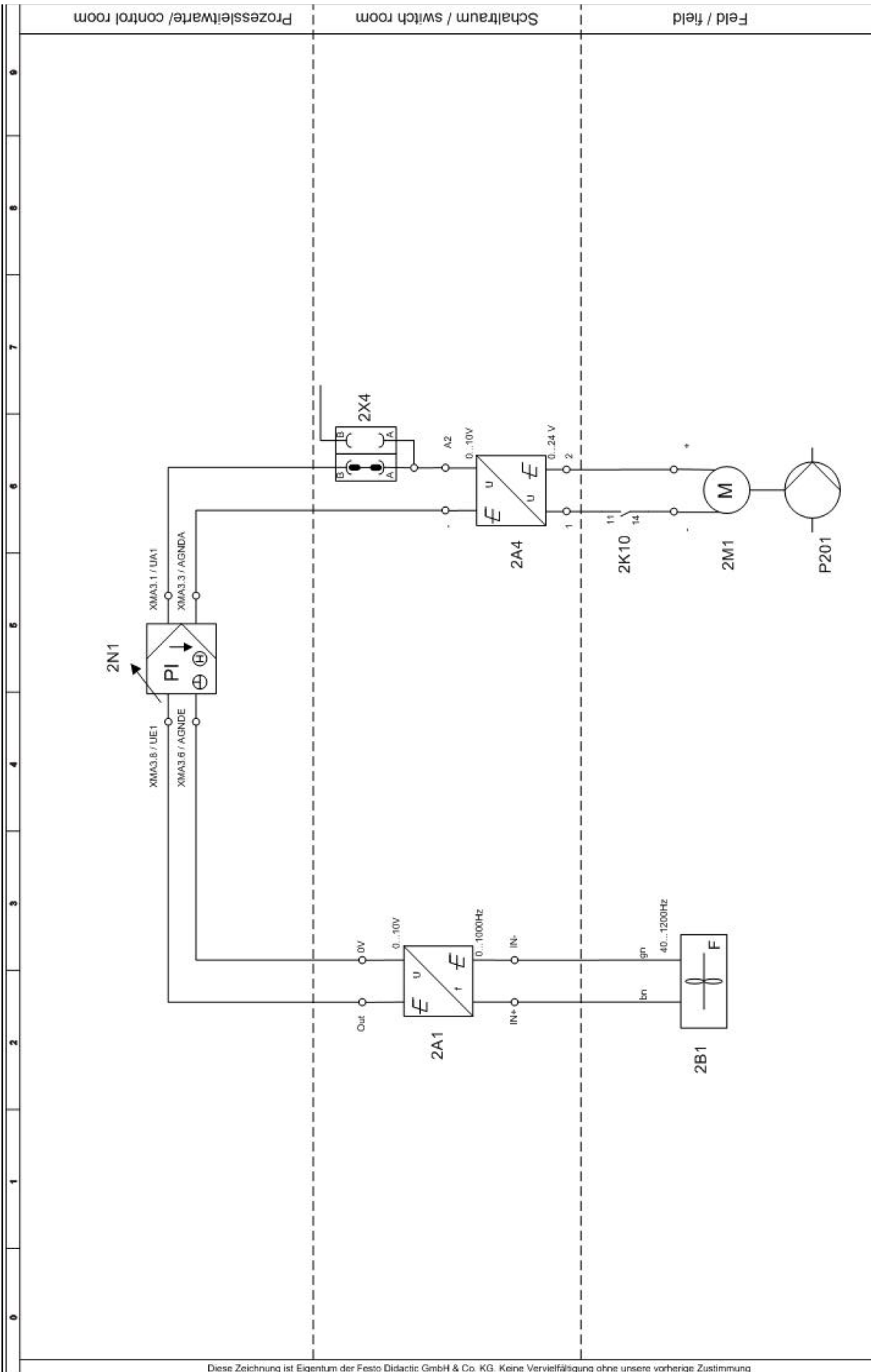
Empfänger PA Folgestation ohne Überlauffehler	Schwimmerschalter Tank B101	Schwimmerschalter Tank B102	Schutz-Relais	Sender PA Station Überlauffehler
Receiver PA downstream station without overflow error	Liquid level tank B101	Liquid level tank B102	protection relais	Sender PA station overflow error
Date 16.03.09			MPS PA	Filtern / Filtration
Konstr. MBEL			DPI	
Certif.	Überlauf-Schutzschaltung Overflow protection circuit		VN	=
Drw-No 541144_eL	R: /DMRZE	F:	+	Pg. 7
				last: 7

Mixážní stanice



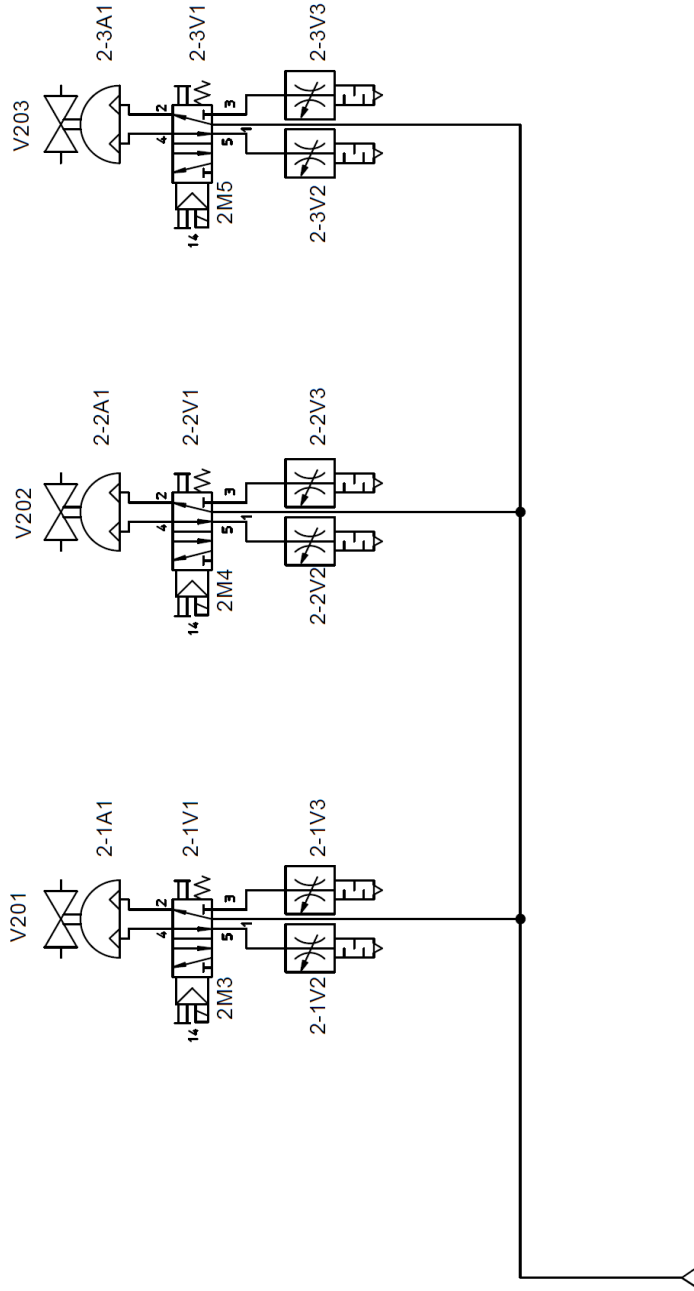
Diese Zeichnung ist Eigentum der Festo Didactic GmbH & Co. KG. Keine Vervielfältigung ohne unsere vorherige Zustimmung

Datum		01.09.05	Festo Didactic GmbH & Co. KG		Ri-Fließbild		Mischen / Mixing		Blatt/page 1	
Bearb.		ADIRO	Reichbergstraße 3		PI diagram		MPS® PA STATION		vor/vor 1	
Gepr.		MBEL	D-73770 Denkendorf							
Name			Urspr.							
Datum			Ers.f.							
Änderung			Ers.d.							



Diese Zeichnung ist Eigentum der Festo Didactic GmbH & Co. KG. Keine Vervielfältigung ohne unsere vorherige Zustimmung

Datum		20.12.05	Festo Didactic GmbH & Co. KG		MSR-Stellenplan FIC201/W203 EMCS block diagram FIC201/W203	Mischen / Mixing MPS® PA	STATION	Blattfolge 1 von/for 1
Bearb.		ADIRO	Reichensgraberstr. 3					
Gepr.		MBEL	D-73770 Denkendorf					
Name		Norm	DIN 15227-2	Urspr.	Ers.f.	Ers.d.		

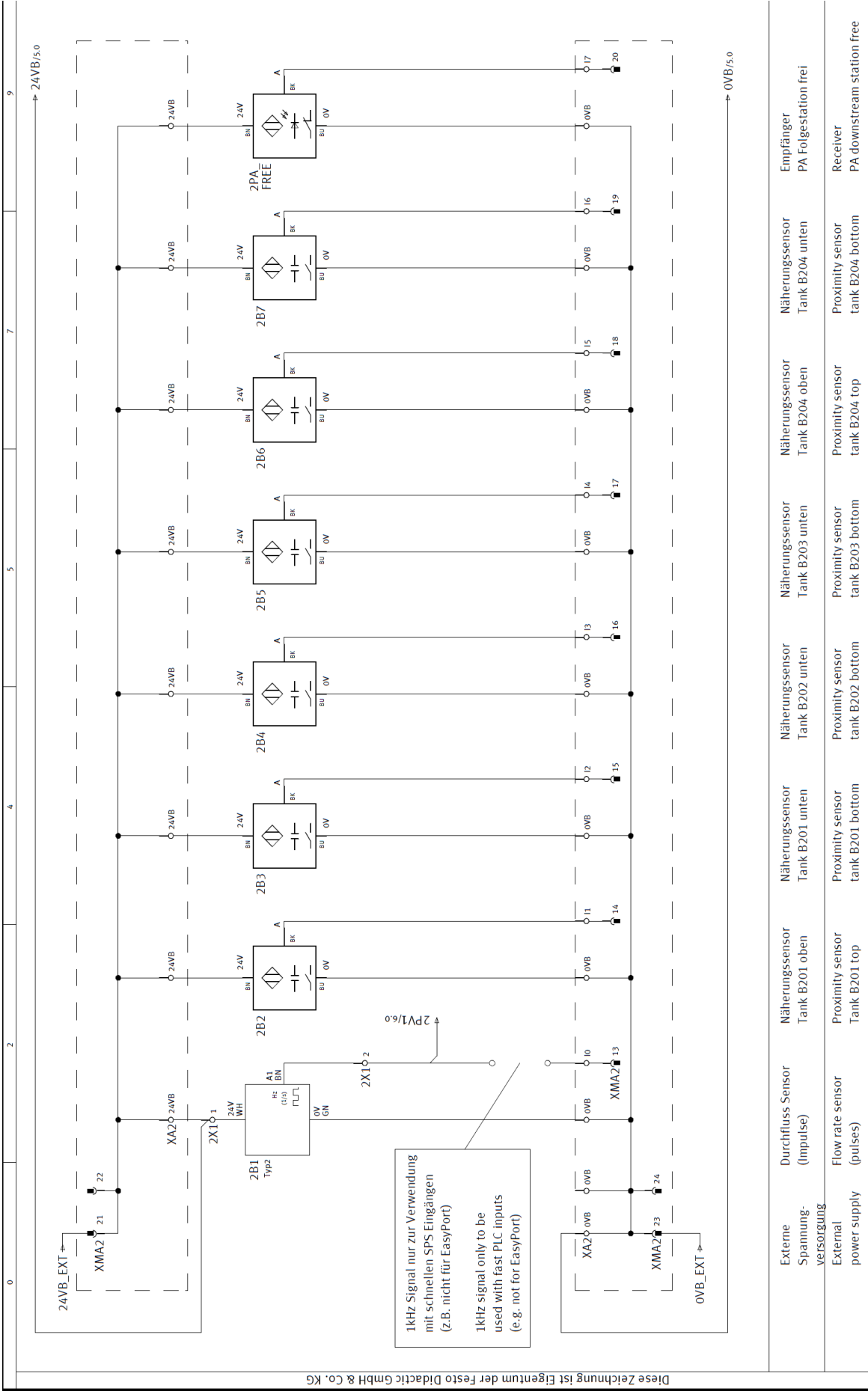


Mischventil
V201 ein
mixing valve
V201 on

Mischventil
V202 ein
mixing valve
V202 on

Mischventil
V203 ein
mixing valve
V203 on

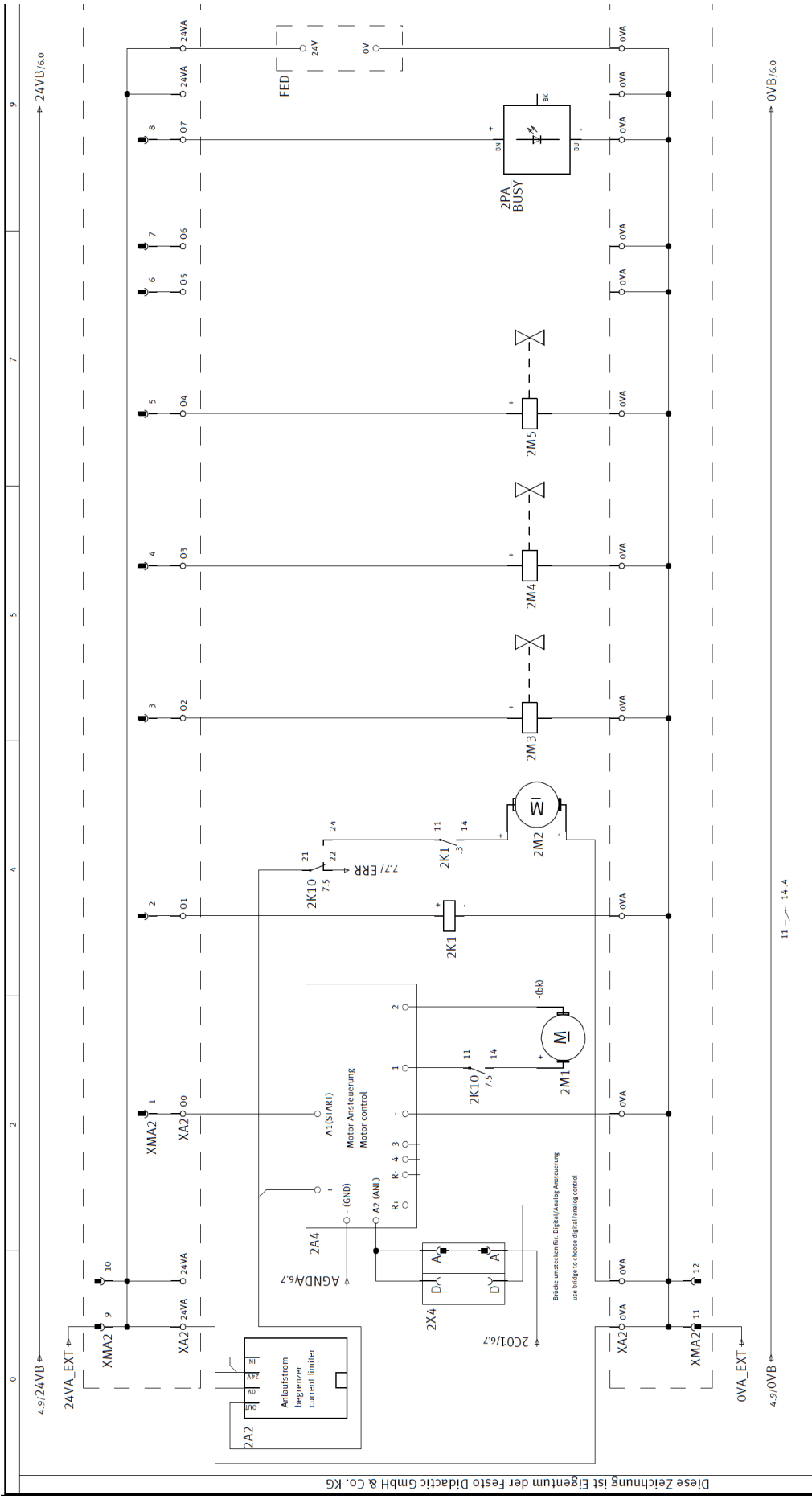
Aenderung	Datum	Name	Datum	Name	Benennung:		Zeichnungs-Nr.		Anlage	Blatt
a					MPS PA Mischen / Mixing		Pneumatik / pneumatic		Ort	Nr.
b			08.05.06	MBEL			TN 541140			von
c										Blatt
d										



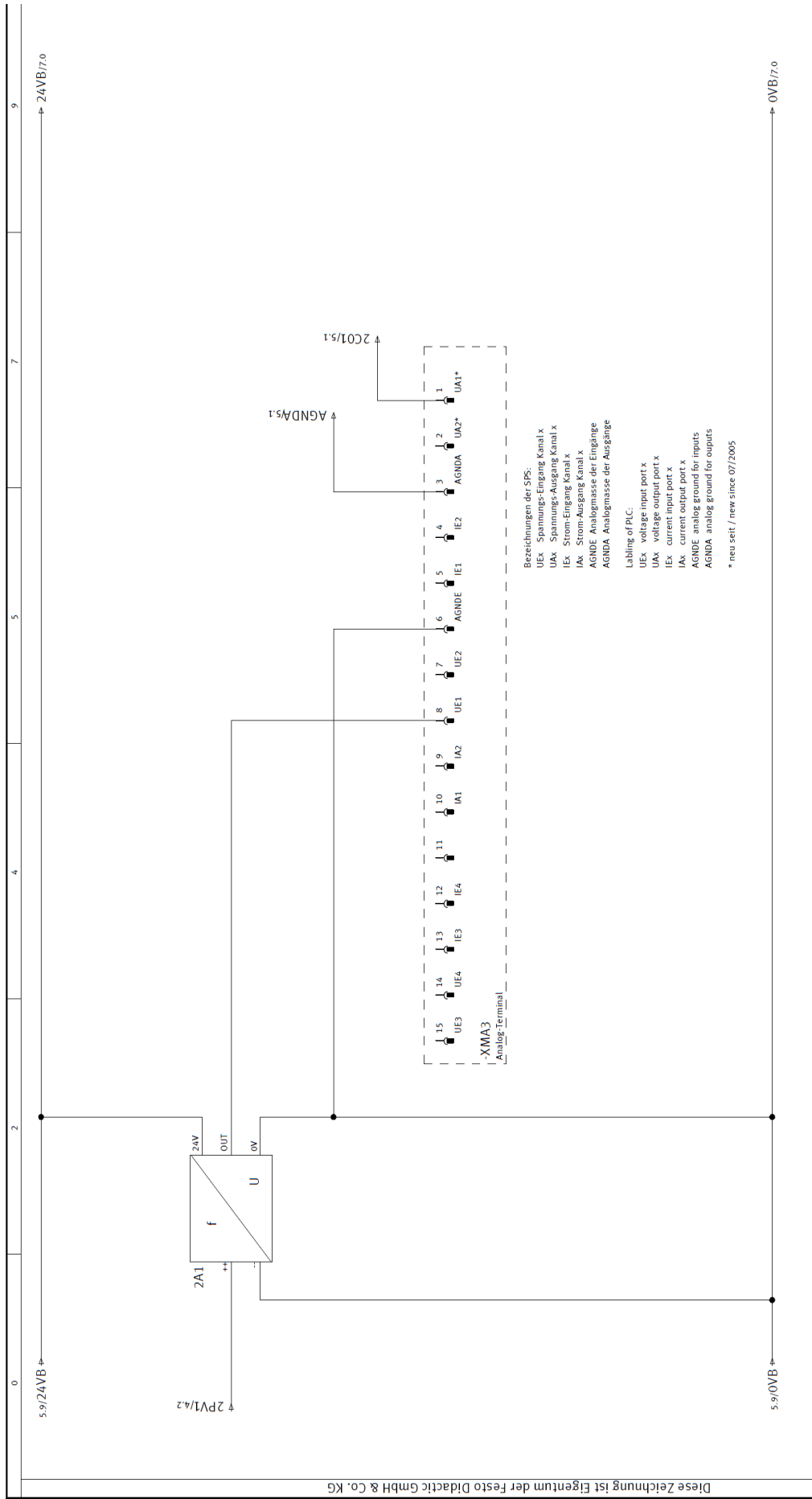
Diese Zeichnung ist Eigentum der Festo Didactic GmbH & Co. KG

Externe Spannung-versorgung	Durchfluss Sensor (Impulse)	Näherungssensor Tank B201 oben	Näherungssensor Tank B201 unten	Näherungssensor Tank B202 unten	Näherungssensor Tank B203 unten	Näherungssensor Tank B204 oben	Näherungssensor Tank B204 unten	Empfänger PA Folgestation frei																																																
External power supply	Flow rate sensor (pulses)	Proximity sensor Tank B201 top	Proximity sensor tank B201 bottom	Proximity sensor tank B202 bottom	Proximity sensor tank B203 bottom	Proximity sensor tank B204 top	Proximity sensor tank B204 bottom	Receiver PA downstream station free																																																
<table border="1"> <tr> <td>Date</td> <td>25.11.08</td> <td rowspan="3">FESTO</td> <td colspan="3">Eingänge Station</td> <td colspan="3">MPS PA</td> <td colspan="3">Mischen / Mixing</td> </tr> <tr> <td>Konstr.</td> <td>MBEL</td> <td colspan="3">Inputs station</td> <td colspan="3">DUPL. STATION</td> <td colspan="3">=</td> </tr> <tr> <td>Certif.</td> <td>D-73770 Denkendorf</td> <td colspan="3"></td> <td colspan="3"></td> <td colspan="3">Pg. 4</td> </tr> <tr> <td>Drw-No</td> <td>541140_eI.</td> <td colspan="3"></td> <td colspan="3"></td> <td colspan="3"></td> <td colspan="3">last:7</td> </tr> </table>									Date	25.11.08	FESTO	Eingänge Station			MPS PA			Mischen / Mixing			Konstr.	MBEL	Inputs station			DUPL. STATION			=			Certif.	D-73770 Denkendorf							Pg. 4			Drw-No	541140_eI.										last:7		
Date	25.11.08	FESTO	Eingänge Station			MPS PA			Mischen / Mixing																																															
Konstr.	MBEL		Inputs station			DUPL. STATION			=																																															
Certif.	D-73770 Denkendorf								Pg. 4																																															
Drw-No	541140_eI.										last:7																																													

« 3 »

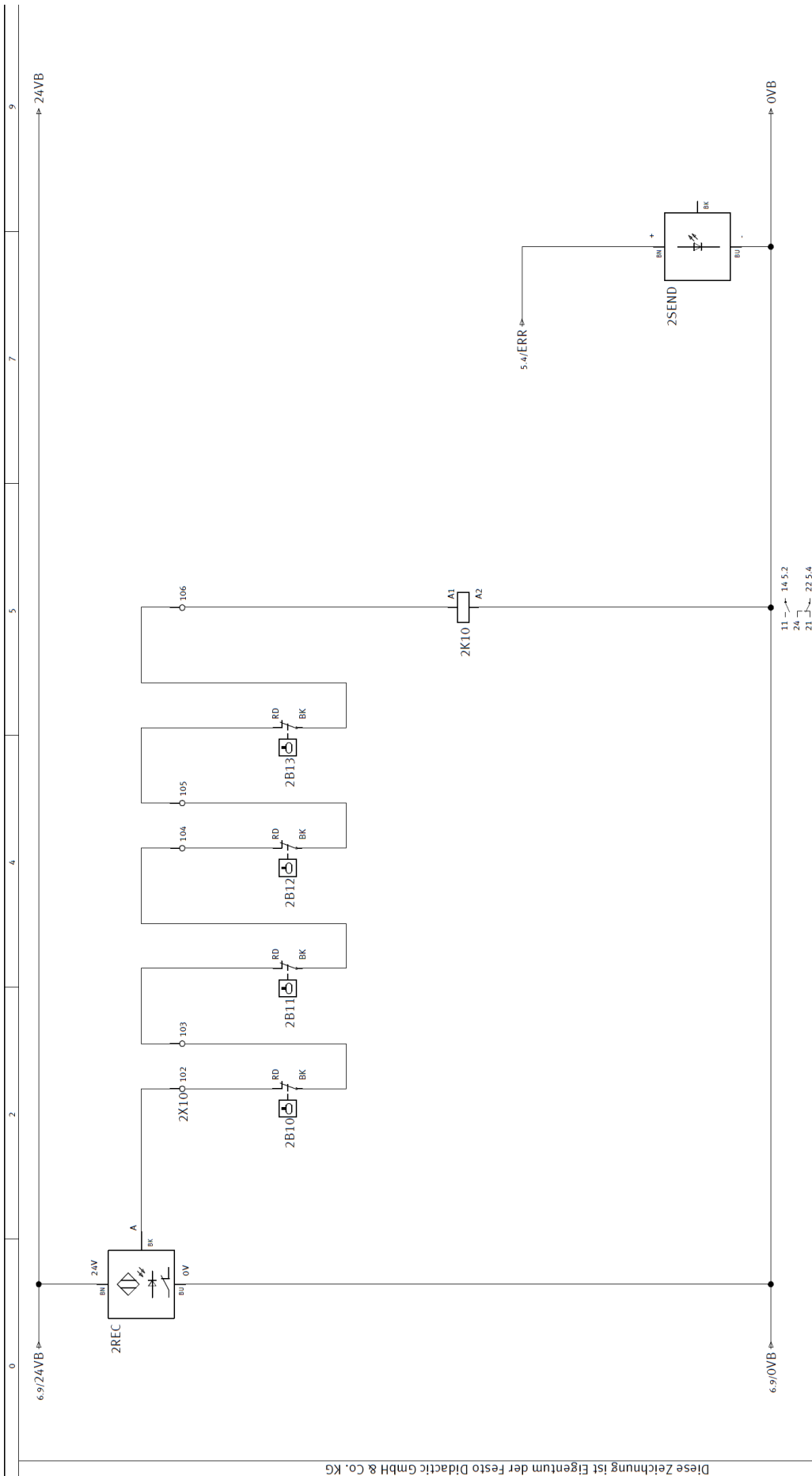


Strombegrenzer	Motor Ansteuerung	Pumpe P201 Mischpumpe ein	Pumpe P202 Folgestation ein	Mischventil V201 ein	Mischventil V202 ein	Mischventil V203 ein	Sender PA Station belegt	Touch-panel
current limiter	Motor control	mixing pump P201 on	downstream station pump P202 on	mixing valve V201 on	mixing valve V202 on	mixing valve V203 on	Sender PA station busy	Touch-panel
FESTO				Ausgänge Station Outputs station				
Festo Didactic GmbH & Co. KG Reichbergstraße 3 D-73770 Denkendorf				MPS PA DPI STATION				
Date	27.09.06							
Konstr.	MBEL							
Certif.	D-73770 Denkendorf							
Drw-No	541140_e1							
R.	FEMROZE							
F.	MALEPANA@FESTO_MPSSTATIONPA_2MP							
				Mischen / Mixing				
				622				
				Pg. 5				
				last: 7				



Diese Zeichnung ist Eigentum der Festo Didactic GmbH & Co. KG

Wandler Hz->V		Analog Terminal	2PV1=Istwert X Durchfluss	2C01=Stellgröße Y Pumpe P201
converter 1/s->V		analog terminal	2PV1=process value PV flow rate	2C01=controlled output CO pump P201
Date	12.05.06	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <p>Festo Didactic GmbH & Co. KG Reichbergstraße 3 D-73770 Denkendorf</p> <p>R.: FIMBDE</p> </div> <div style="text-align: center;"> <h1 style="margin: 0;">FESTO</h1> <p style="font-size: 8px; margin: 0;">M:\EPLAN\PROJECTO_AMPS\STA\TONPA_2M1_P</p> </div> <div> <p>MPS PA DPI STATION</p> </div> </div>		
Konstr.	MBEL			
Certif.				
Drw-No	541140_eL	<p>Mischen / Mixing</p> <p>Pg. 6</p> <p>last:7</p>		

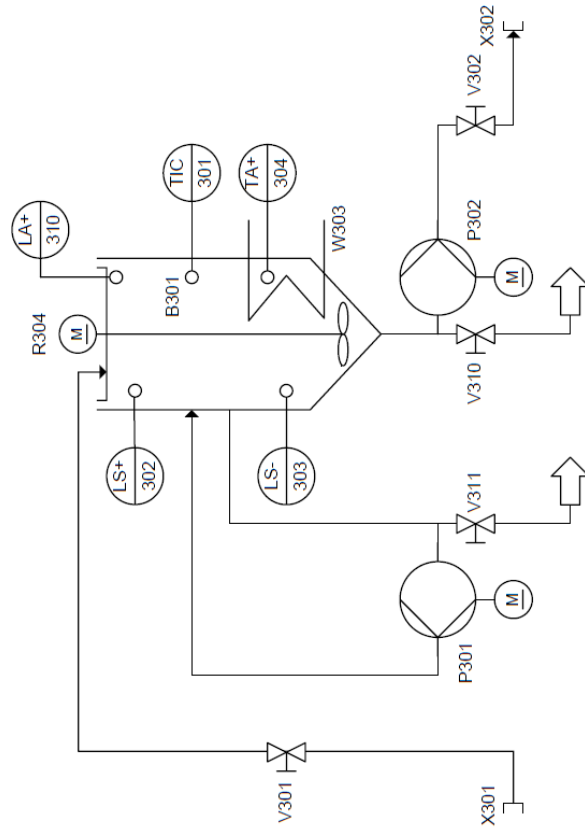


Diese Zeichnung ist Eigentum der Festo Didactic GmbH & Co. KG

Empfänger PA Folgestation ohne Überlauffehler	Schwimmerschalter Tank B201	Schwimmerschalter Tank B202	Schwimmerschalter Tank B203	Schwimmerschalter Tank B204	Schutz-Relais	Sender PA Station Überlauffehler
Receiver PA downstream station without overflow error	Liquid level tank B201	Liquid level tank B202	Liquid level tank B203	Liquid level tank B204	protection relais	Sender PA station overflow error

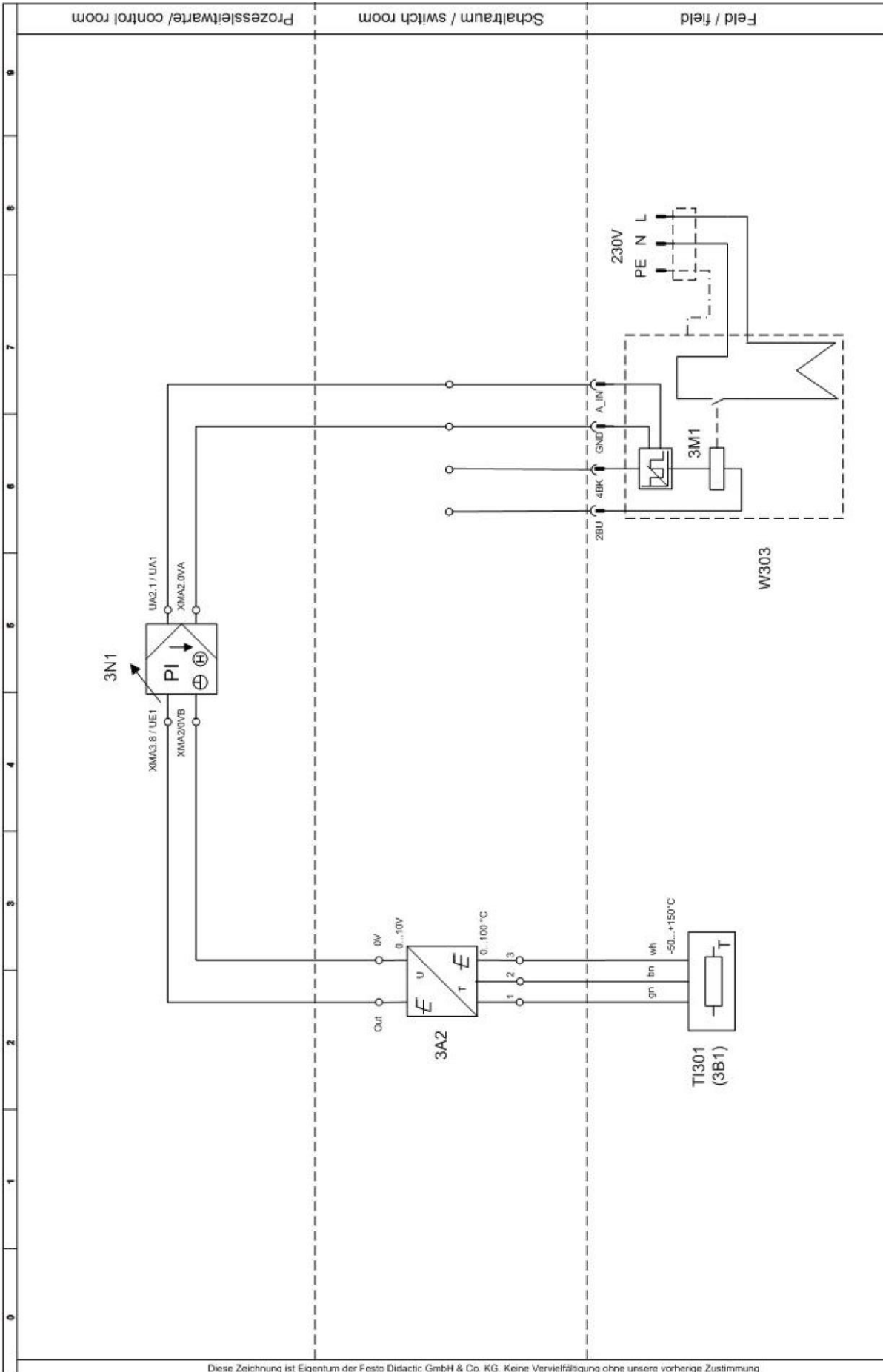
Date 27.09.06	Konstr. MBEL	Festo Didactic GmbH & Co. KG Reichbergstraße 3 D-73770 Denkendorf	Überlauf-Schutzschaltung Overflow protection circuit	MPS PA STATION	Mischen / Mixing	Pg. 7 last: 7
Drw.-No 54.1140_el.	R. / FM/BE	M. NEPANN/FESTO_MPSSTATION_PA_3M/P				

Reaktorová stanice



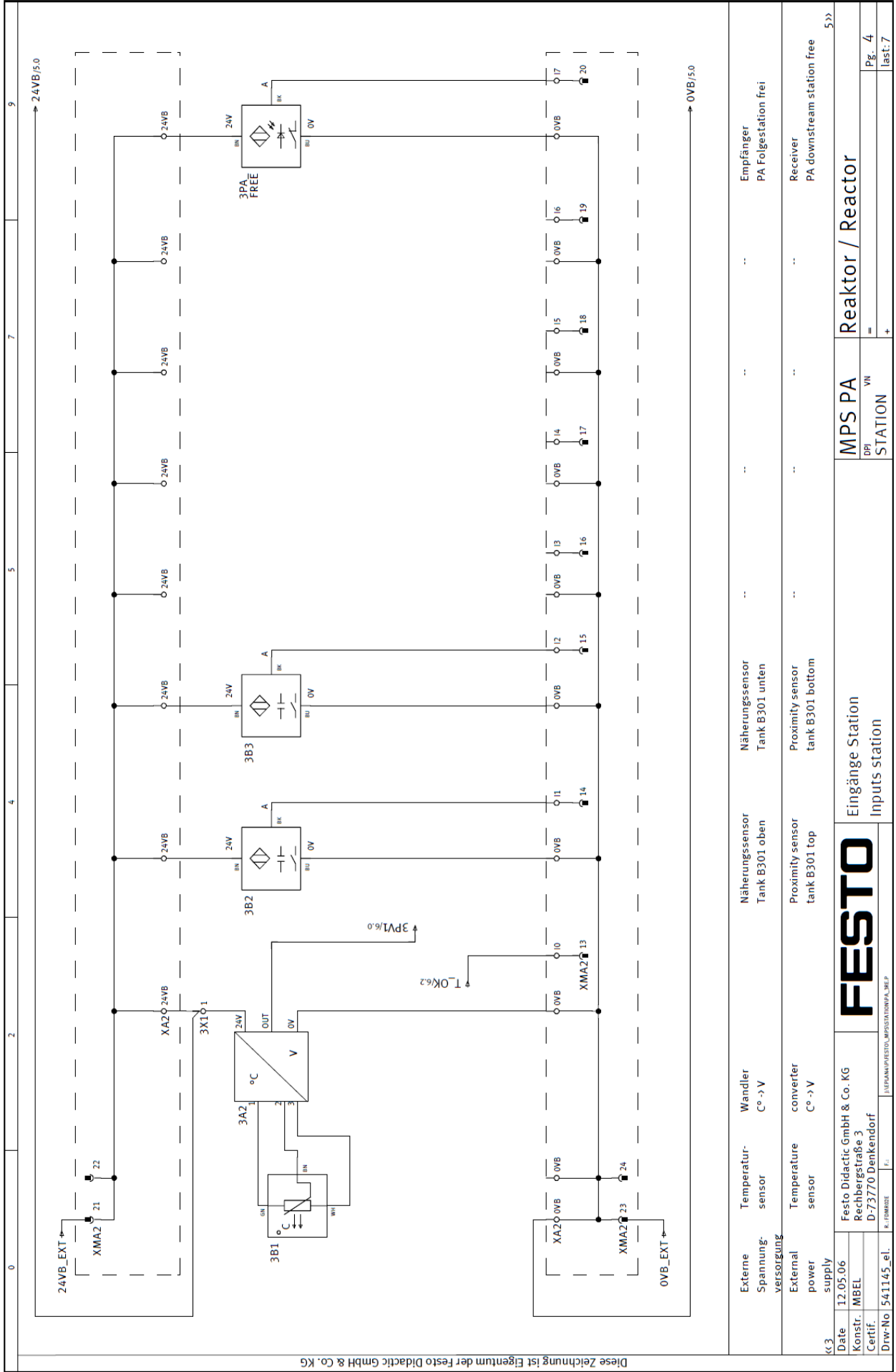
Diese Zeichnung ist Eigentum der Festo Didactic GmbH & Co. KG. Keine Vervielfältigung ohne unsere vorherige Zustimmung

Reaktor / Reactor		Reaktor / Reactor	
MPS® PA		STATION	
Blatt/page 1		vor/vor 1	
RI-Fließbild		PI diagram	
FESTO		Ers. d.	
Festo Didactic GmbH & Co. KG Reichbergstraße 3 D-73770 Denkendorf		Ers. f.	
Datum 01.09.05		Urspr.	
Bearb. ADIRO			
Gepr. MBEL			
Name		Norm	
Datum		DIN EN ISO 10628	
Änderung			

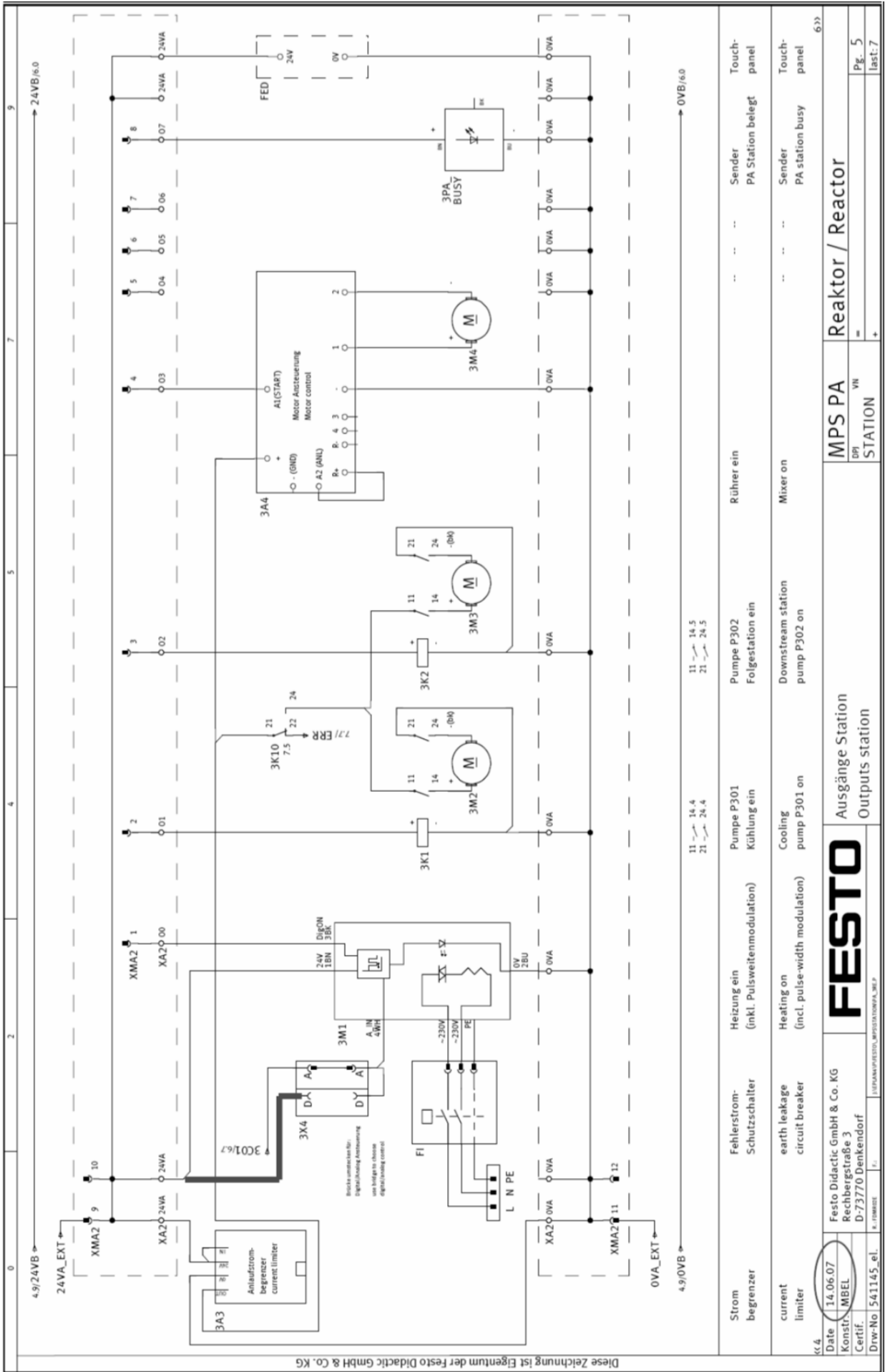


Diese Zeichnung ist Eigentum der Festo Didactic GmbH & Co. KG. Keine Vervielfältigung ohne unsere vorherige Zustimmung

Reaktor / Reactor		MPS® PA		STATION		Blattbeilage 1 vorlauf 1	
FESTO				MSR-Stellenplan TIC301/W303, PI-Regler			
Festo Didactic GmbH & Co. KG Reichensgraben 3 D-73170 Denkendorf				EMCS block diagram TIC301/W303, PI-Controller			
Datum 20.12.05		Ers.f.		Ers.d.		Unspr.	
Bearb. ADIRO		Ers.f.		Ers.d.		Unspr.	
Gepr. MBEL		Ers.f.		Ers.d.		Unspr.	
Name Norm		Ers.f.		Ers.d.		Unspr.	
Datum Norm		Ers.f.		Ers.d.		Unspr.	
DIN 19227-2		Ers.f.		Ers.d.		Unspr.	



Externe Spannung:	Temperatur- sensor	Wandler	Näherungssensor	Näherungssensor	Empfänger
24V	C° → V	C° → V	Tank B301 oben	Tank B301 unten	PA Folgestation frei
External power supply	Temperature sensor	converter	Proximity sensor tank B301 top	Proximity sensor tank B301 bottom	Receiver PA downstream station free
3A2	12.05.06				
Konstr.	MBEL				
Certif.					
Drw-No. 541145_ei.					
Festo Didactic GmbH & Co. KG		Eingänge Station		Reaktor / Reactor	
Reichbergstraße 3		DPI		VN	
D-73770 Denkendorf		STATION		+	
R.-FORMZEICHEN		L.		L.	
L131145/REACTOR_MPSSTATIONPA_3BP					
				Pg. 4	
				last: 7	



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

4.9/24VB ← 24VA_EXT → 24VA /6.0

← 0VB /6.0

Strombegrenzer	Fehlerstrom-Schutzschalter	Heizung ein (inkl. Pulsweitenmodulation)	Pumpe P301 Kühlung ein	Pumpe P302 Folgestation ein	Rührer ein	Sender PA Station belegt	Touch-panel
current limiter	earth leakage circuit breaker	Heating on (incl. pulse-width modulation)	Cooling pump P301 on	Downstream station pump P302 on	Mixer on	Sender PA station busy	Touch-panel

6.4

Date: 14.06.07
Konst.: MBEL
Certif.:
Drw-No: 541145_el.

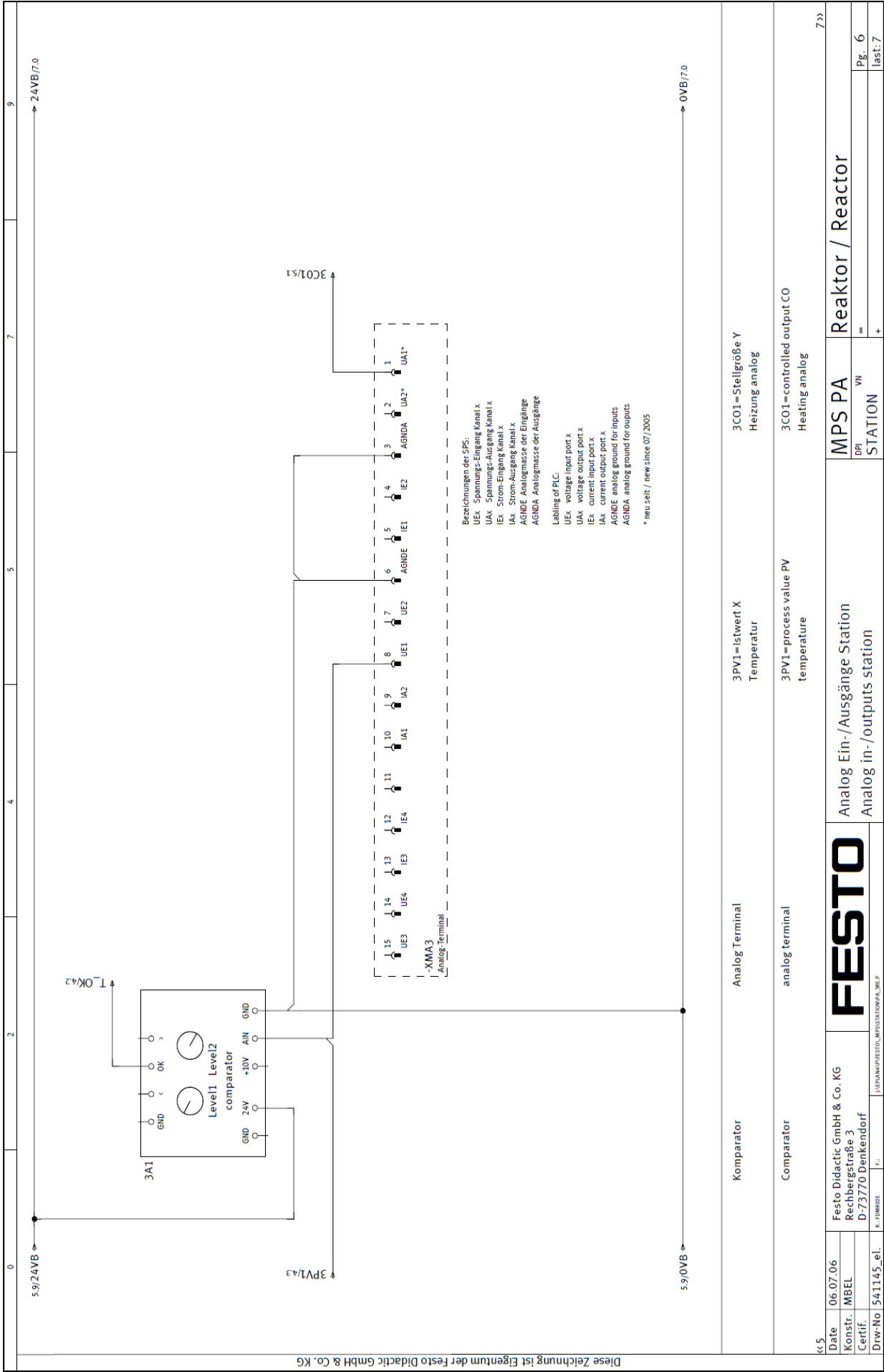
Festo Didactic GmbH & Co. KG
Reichbergstraße 3
D-73770 Denkendorf
FESTO
1078484/FESTO_MFESTOENPA_WEP

Ausgänge Station
Outputs station

MPS PA
DPI
STATION

Reaktor / Reactor

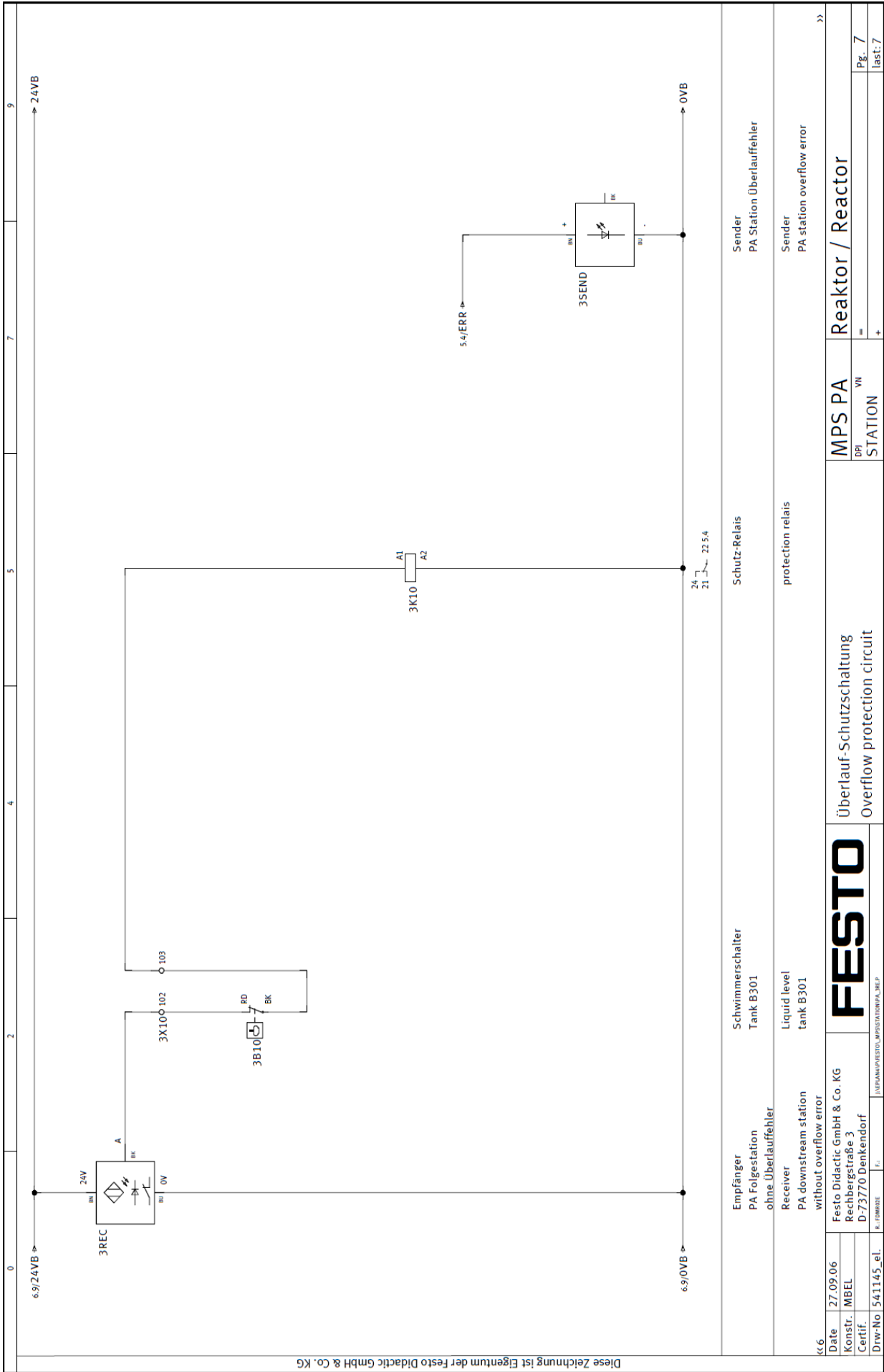
Sender
PA Station busy
 Touch-panel |



«5 7»

Date	06-07-06	Festo Didactic GmbH & Co. KG Reichbergstraße 3 D-73770 Denkendorf	FESTO	Analog Ein-/Ausgänge Station Analog in-/outputs station	MPS PA DPI STATION	Reaktor / Reactor
Konstr.	MBEL					
Certif.						
Draw-No.	541145_el.					

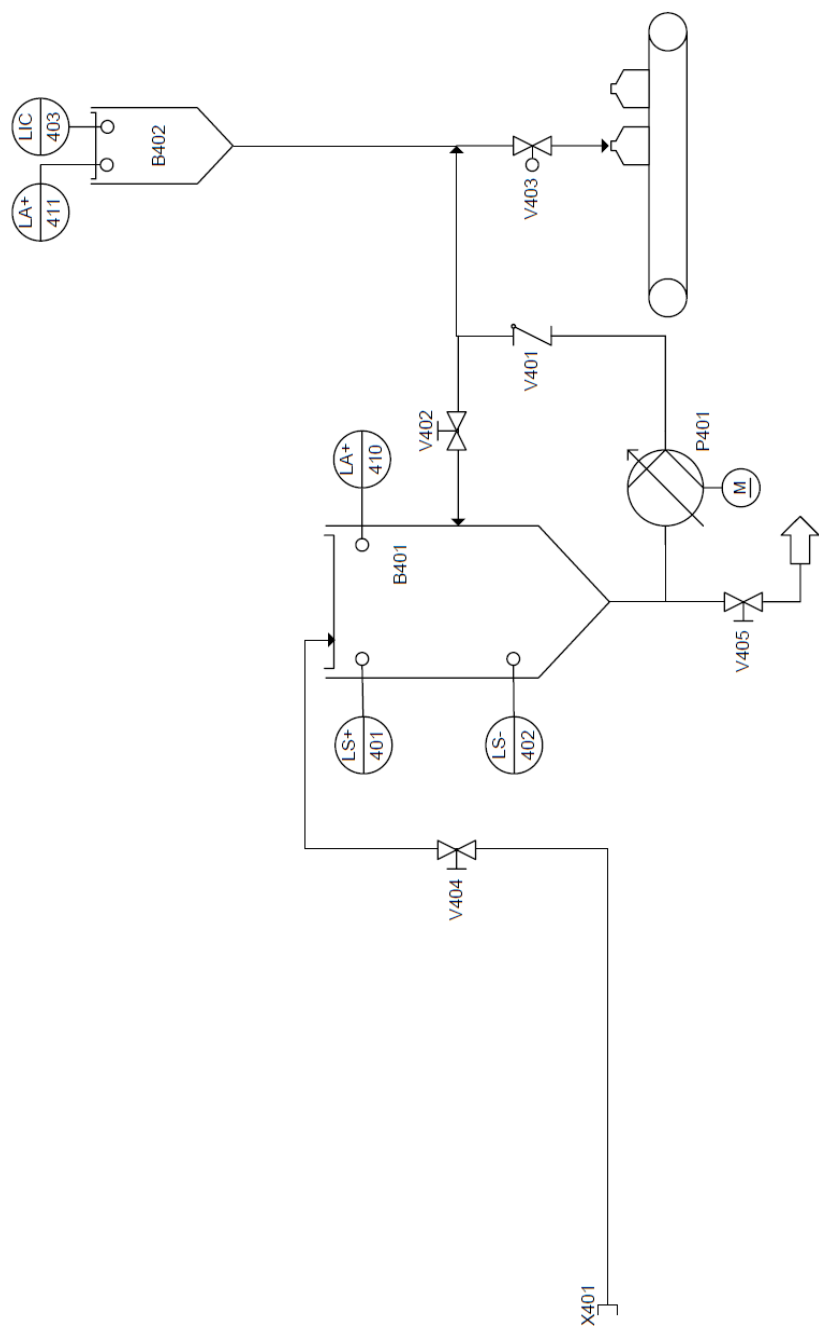
Komparator	Analog Terminal	3P1=Istwert X Temperatur	3C01=Stellgröße Y Heizung analog
Comparator	analog terminal	3P1=process value PV temperature	3C01=controlled output CO Heating analog



Diese Zeichnung ist Eigentum der Festo Didactic GmbH & Co. KG

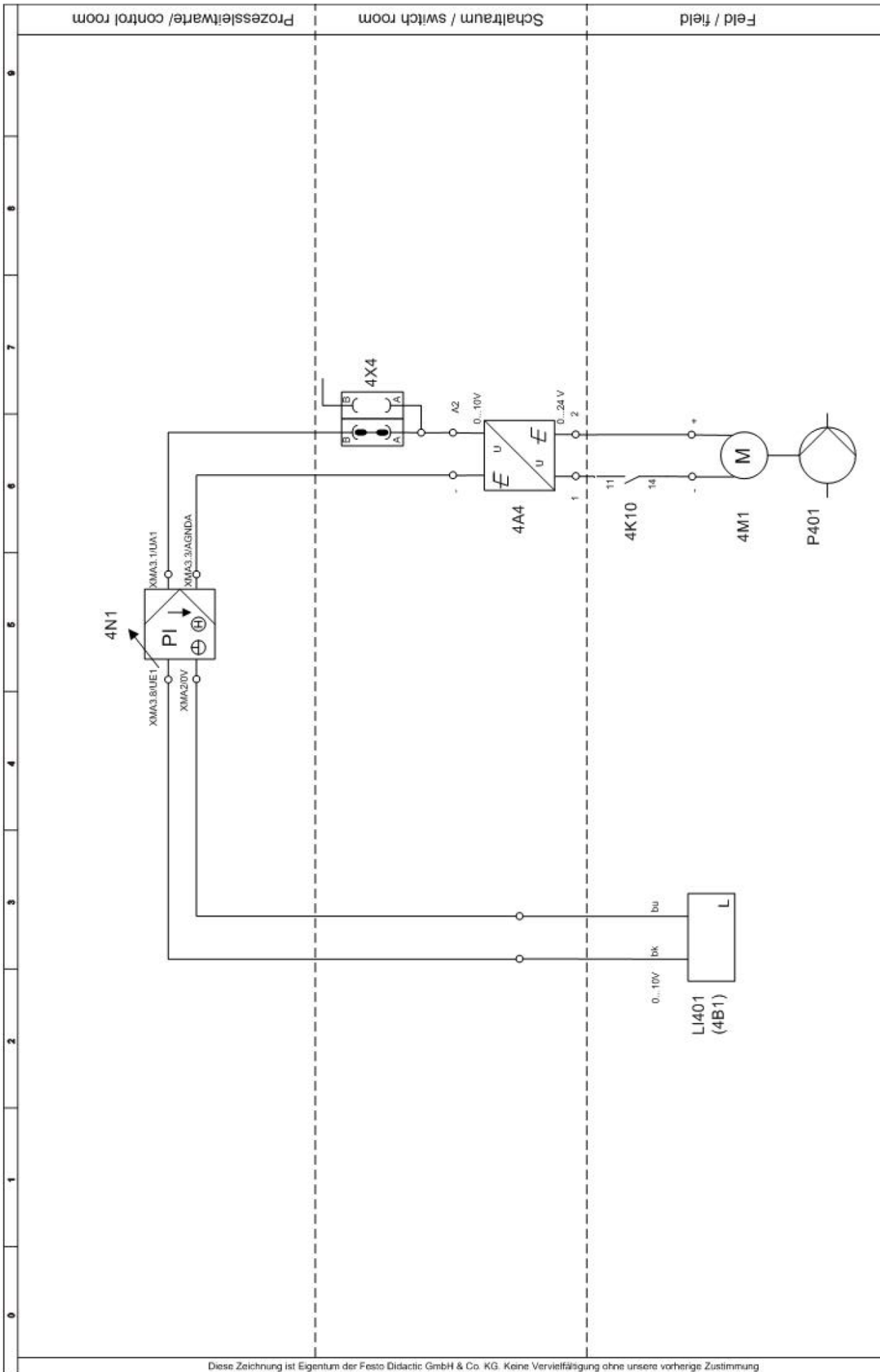
Empfänger PA Folgestation ohne Überlauffehler	Schwimmerschalter Tank B301	Schutz-Relais	Sender PA Station Überlauffehler
Receiver PA downstream station without overflow error	Liquid level tank B301	protection relais	Sender PA station overflow error
Date 27.09.06	<div style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 2em;">FESTO</div> <small>ULFPAKIPVSTO_MPSTODMPSA_3BP</small>	MPS PA	Reaktor / Reactor
Konstr. MBEL		DPI	=
Certif. D-73770 Denkendorf		STATION	+
Draw-No. 541145_el.			Pg. 7
			last: 7

Plnicí stanice



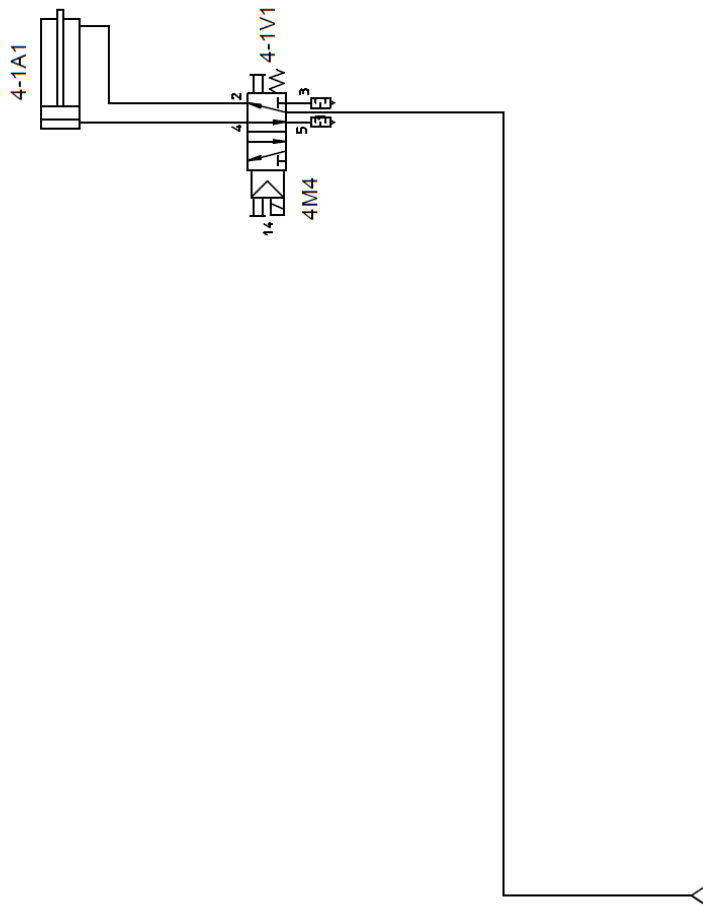
Diese Zeichnung ist Eigentum der Festo Didactic GmbH & Co. KG. Keine Vervielfältigung ohne unsere vorherige Zustimmung

Datum		21.09.05		Festo Didactic GmbH & Co. KG		Abfüllen/ Bottling	
Bearb.		ADIRO		Rechbergstraße 3		MPS® PA STATION	
Gepr.		MBEL		D-73770 Denzendorf		Blatttypage 1	
Name		Norm		Urspr.		vorlor 1	
Datum		Ers.f.		Ers.d.		PI diagram	
						RI-Fließbild	
						FESTO	

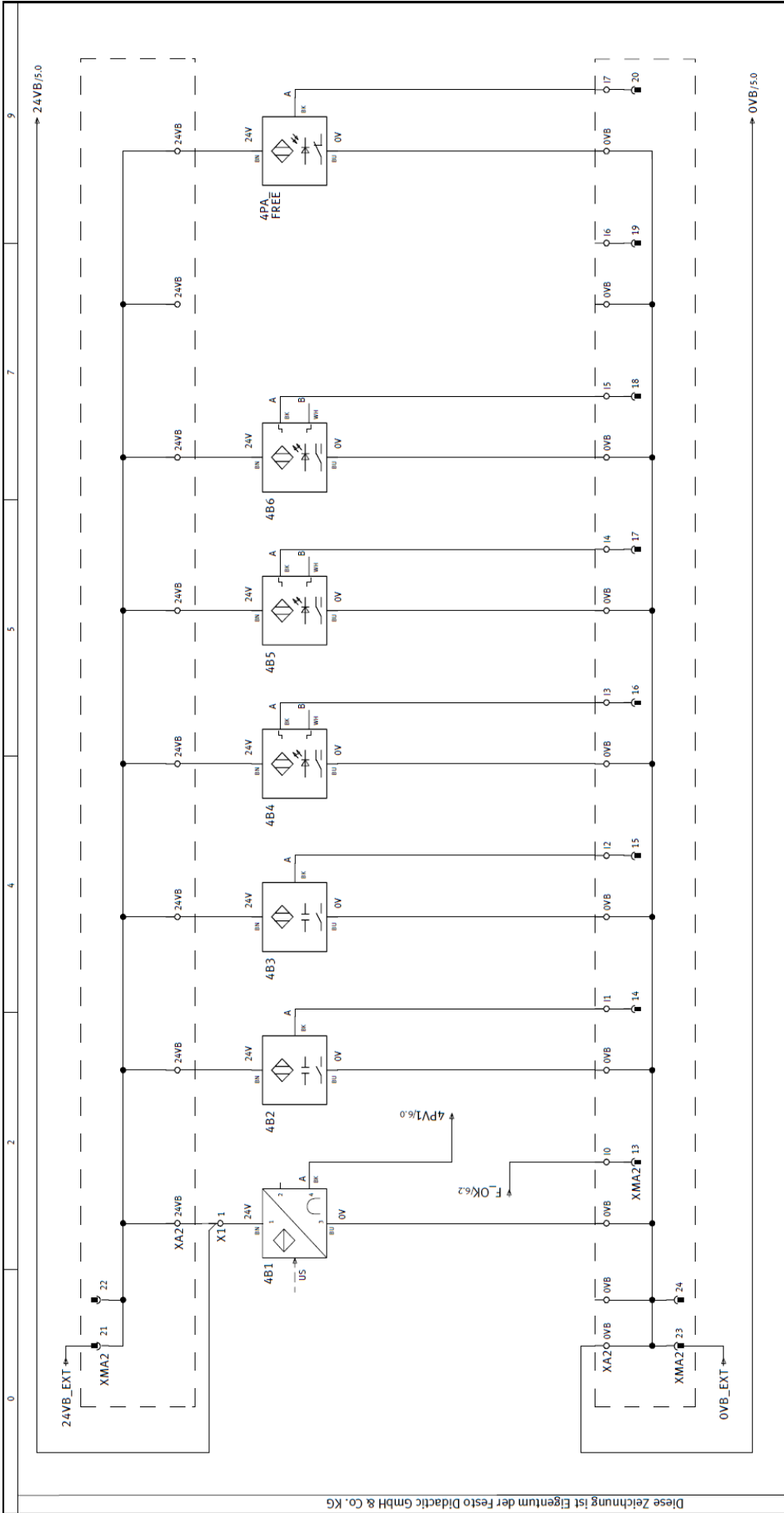


Diese Zeichnung ist Eigentum der Festo Didactic GmbH & Co. KG. Keine Vervielfältigung ohne unsere vorherige Zustimmung

Abfüllen/Bottling		Blattbeleg 1	
MPS® PA		vor/vof 1	
STATION			
MSR-Stellenplan LIC401/W403			
EMCS block diagram LIC401/W403			
FESTO		Ers.f.	
Festo Didactic GmbH & Co. KG		Ers.d.	
Reichsmstraße 1		D-73770 Denkendorf	
Urspr.		Ers.f.	
DIN 19227-2		Urspr.	
MBEL		Urspr.	
ADRO		Urspr.	
20.12.05		Urspr.	
Datum		Urspr.	
Name		Urspr.	
Gepr.		Urspr.	
Bearb.		Urspr.	
Datum		Urspr.	
Anderung		Urspr.	

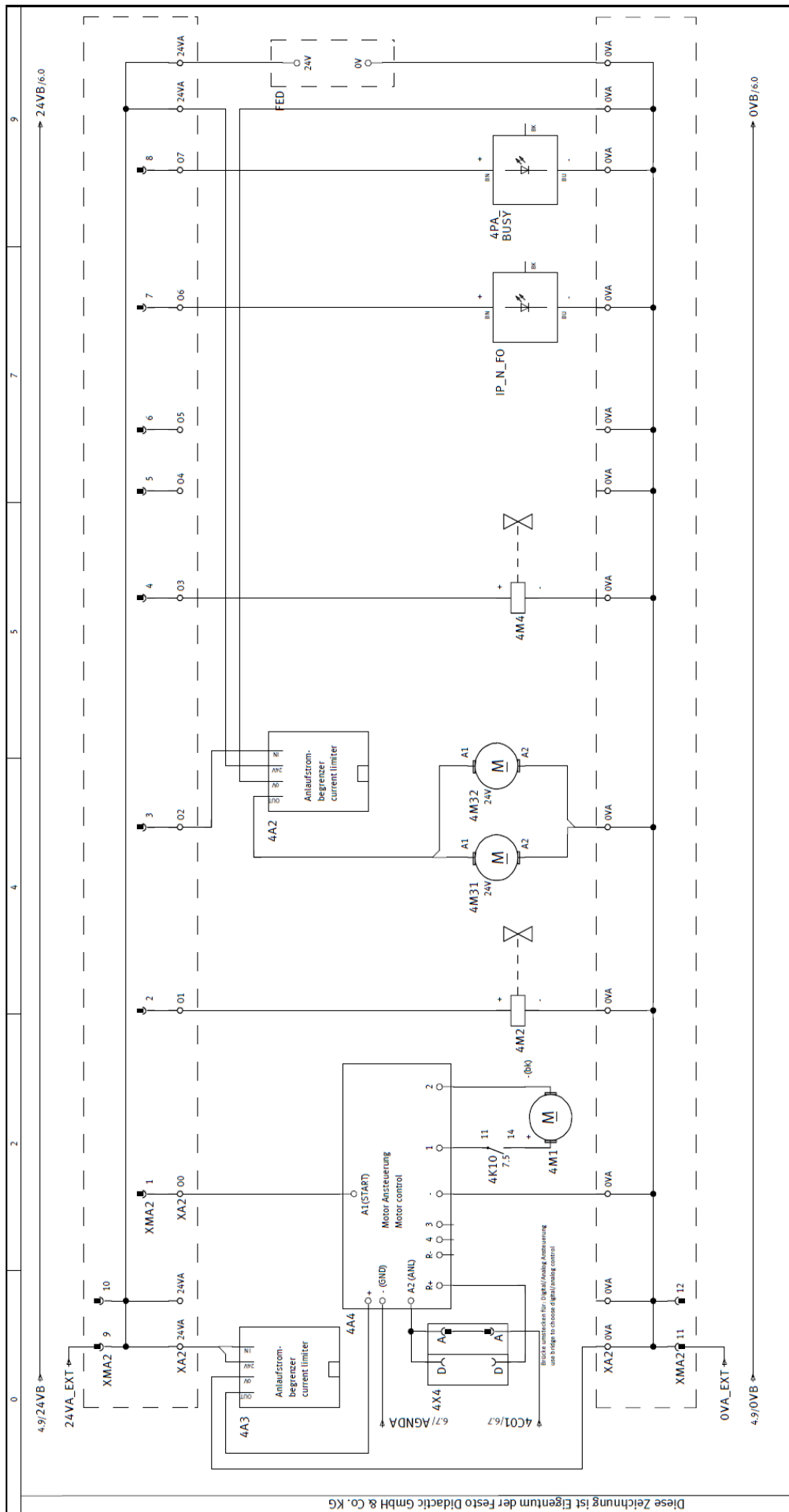


Aenderung	Datum	Name	Datum	Name	Benennung:	Zeichnungs-Nr.	Anlage	Blatt
a			gez.	MBEL	MPS PA Station Abfüllen / bottling	Pneumatik / pneumatic	Ort	Nr.
b			gepr.			TN 541147		von
c								Blatt
d								



Externe Spannungsversorgung	Ultraschallsensor Tank B402 / Füllstand erreicht	Näherungssensor Tank B401 oben	Näherungssensor Tank B401 unten	Reflexlichttaster Flasche bei Bandanfäng	Reflexlichttaster Flasche bei Abfüllen	Reflexlichttaster Flasche bei Bandende	Empfänger PA Folgestation frei
Externe power supply	Ultraschallsensor tank B402 / level reached	Proximity sensor tank B401 top	Proximity sensor tank B401 bottom	Light barrier bottle at conveyor start	Light barrier bottle at filling position	Light barrier bottle at conveyor end	Receiver PA downstream station free

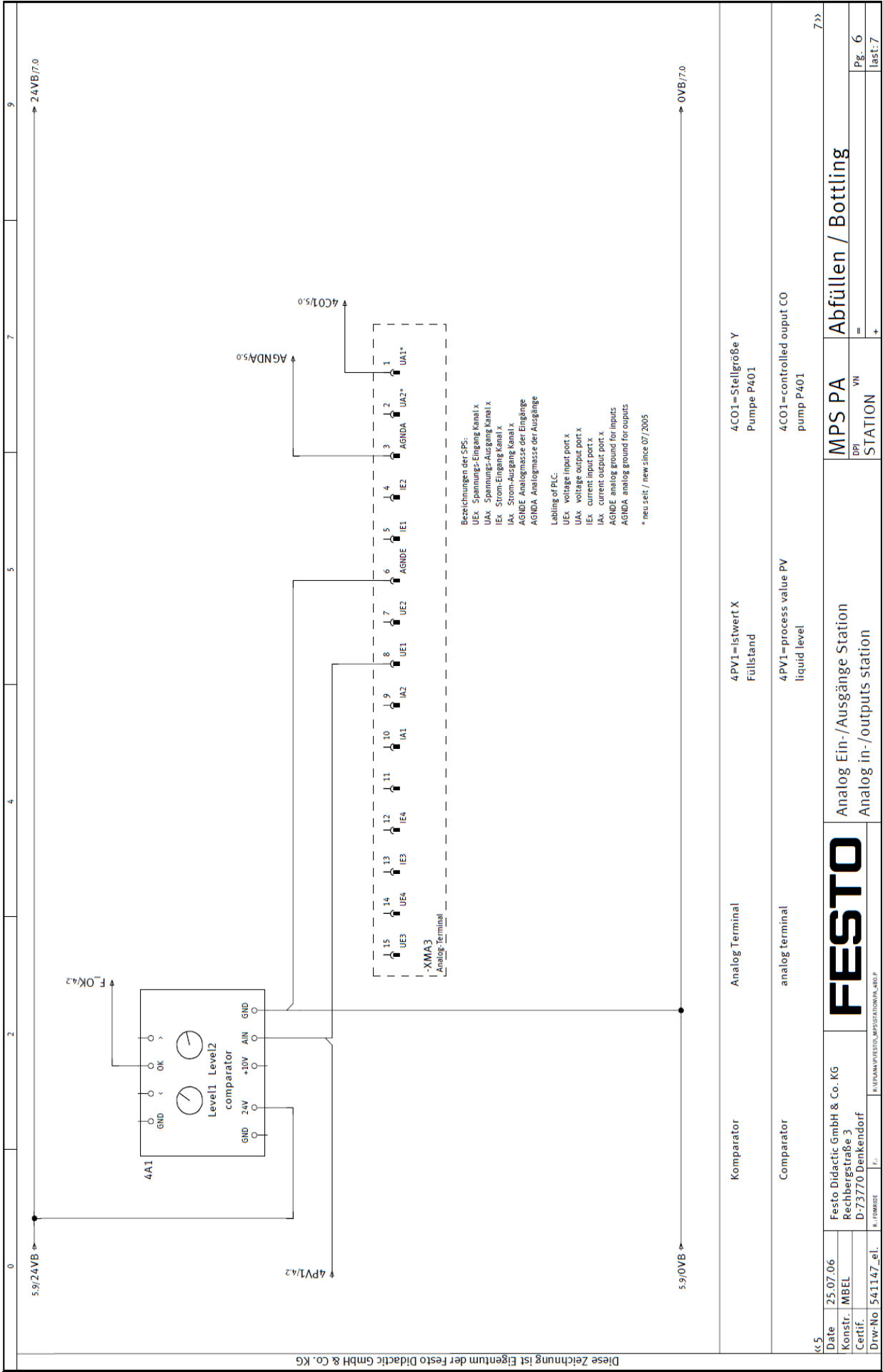
Date	27.09.06	FESTO Festo Didactic GmbH & Co. KG Rechbergstraße 3 D-73770 Denkendorf	Eingänge Station Inputs station	MPS PA DP VNI STATION	Abfüllen / Bottling = +
Konstr. Certif.	MBEL				
Drw-No	541147_eI.				



Diese Zeichnung ist Eigentum der Festo Didactic GmbH & Co. KG

Strombegrenzer	Motor Ansteuerung	Pumpe P401 ein	Abfüllventil ein	Bandmotoren ein (inkl. Anlaufstrombegrenzung)	Vereinzelner aktivieren	Sender PA Band belegt	Touch-panel
current limiter	Motor control	Pump P401 on	Bottling valve on	Conveyor motors on (incl. current limiter)	activate separator	Sender PA conveyor busy	Touch-panel

4.4	Date	27.09.06	MPS PA		Abfüllen / Bottling		
	Konstr.	MBEL	DPI	VN	STATION		
	Certif.		Ausgänge Station		Outputs station		
	Draw-No.	541147_el.	FESTO		last: 7		
			Festo Didactic GmbH & Co. KG		Pg. 5		
			Reichbergstraße 3				
			D-73770 Denkendorf				
			FESTO				



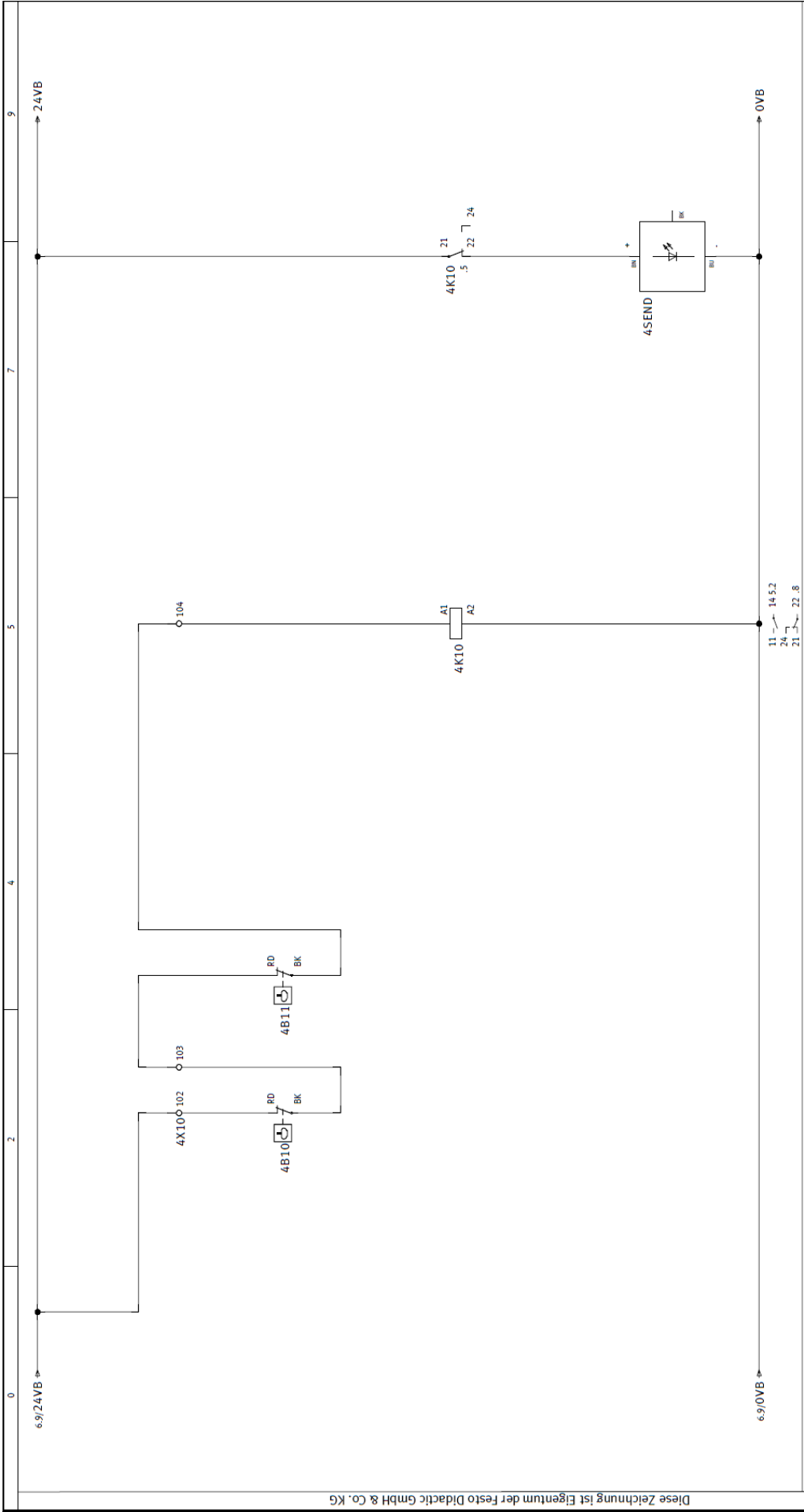
XXX

5.9/24VB → 2 4 5 7 9 → 24VB/7.0

5.9/0VB →	→ 0VB/7.0
Komparator	Analog Terminal
4PY1=Istwert X Fullstand	4CO1=Stellgröße Y Pumpe P401
4PV1=process value PV liquid level	4CO1=controlled ouput CO pump P401

Date	25.07.06	FESTO	Analog Ein-/Ausgänge Station Analog in-/outputs station	MPS PA DPI	Abfüllen / Bottling
Konstr.	MBEL				
Certif.	D-73770 Denkendorf	STATION			
Draw-No.	541147_el.	=			
		+			
		Pg. 6			
		last: 7			

7.0



Diese Zeichnung ist Eigentum der Festo Didactic GmbH & Co. KG

Schwimmerschalter		Schwimmerschalter		Schutz-Relais		Sender	
Tank B401		Tank B402		Tank B401		PA Station Überlauffehler	
Liquid level tank B401		Liquid level tank B402		protection relais		Sender PA station overflow error	

Date		27.09.06		MPS PA		Abfüllen / Bottling	
Konstr.		MBEL		DPI		=	
Certif.		D-73770 Denkendorf		STATION		+	
Drw-No.		541147_el.		VN		Pg. 7	
K. / FIRMEN		FESTO		+		last:7	