



Projektová dokumentace 2009

MULTI CONTROL s.r.o., Mírová 97/24, 703 00 Ostrava-Vítkovice

tel: +420 596 614 436, fax: +420 596 628 952, mob: +420 777 316 190

<http://www.multicontrol.cz/>

e-mail: info@multicontrol.cz

OBSAH:

1. SYSTÉM MCS2.....	5
2. MODUL ŘÍDICÍHO PROCESORU MAS900.....	7
2.1. Hardware.....	7
2.2. Software.....	9
2.3. Technické parametry.....	9
2.4. Technologické výkresy.....	11
3. MODUL RELÉOVÝCH VÝSTUPŮ REL900.....	12
3.1. Hardware.....	12
3.2. Software.....	13
3.3. Volitelné parametry programu ovládání relé.....	13
3.4. Způsoby ovládání relé.....	13
3.5. Technické parametry.....	14
3.6. Technologické výkresy.....	16
4. MODUL BINÁRNÍCH VSTUPŮ BIN900.....	17
4.1. Hardware.....	17
4.2. Software.....	18
4.3. Volitelné parametry programu binární signalizace a měření.....	19
4.4. Způsoby binární signalizace a měření.....	19
4.5. Popis technologických parametrů.....	20
4.6. Příklady zadávání parametrů.....	21
4.7. Technické parametry.....	22
4.8. Technologické výkresy.....	24
5. MODUL MĚŘENÍ A ANALÝZY STRÍDAVÝCH VELIČIN ADUI56.....	26
5.1. Hardware.....	26
5.2. Software.....	28
5.3. Volitelné parametry programu měření v síti 50 (60) Hz.....	28
5.4. Způsoby zapojení napětí a proudů.....	29
5.5. Popis technologických parametrů.....	30
5.6. Příklady zadávání parametrů.....	31
5.7. Popis výpočtů.....	32
5.8. Technické parametry.....	34
5.9. Technologické výkresy.....	37
6. MODUL MĚŘENÍ STEJNOSMĚRNÝCH VELIČIN DCUI900.....	40
6.1. Hardware.....	40
6.2. Software.....	40
6.3. Popis výpočtů.....	40
6.4. Technické parametry.....	41
7. MODUL NAPÁJECÍHO ZDROJE PWR.....	42
7.1. Hardware.....	42
7.2. Software.....	43
7.3. Technické parametry.....	44
7.4. Technologické výkresy.....	45

8. POPIS VAN (CASE).....	46
8.1. Hardware.....	46
8.2. Software.....	46
8.3. Technické parametry.....	46
8.4. Technologické výkresy.....	47

PŘÍLOHY

Příloha č. 1

Výpočty pro modul měření a analýzy střídavých veličin.....	51
--	----

Příloha č. 2

Seznam použitých zkratek.....	59
-------------------------------	----

1. SYSTÉM MCS2

MCS2 je distribuovaný, multiprocesorový, parametrizovatelný systém pro řízení a sběr dat v reálném čase s rozlišením na jednu milisekundu. Jeden komunikační uzel může tvořit až 248 nezávislých stanic, přičemž počet uzlů není omezen. Programové vybavení jednoho uzlu podporuje měření a ovládání více než šestnácti tisíc procesních bodů, přičemž umožňuje snadnou modifikovatelnost systému pro uživatelskou aplikaci pomocí parametrizace každého procesního bodu (filtry, převod na fyzikální jednotky, ošetření mezních stavů apod.). Pro snadné začlenění procesního bodu do velkých datových souborů je při parametrizaci přiřazována 24-bitová adresa. Systém **MCS2** využívá nejmodernější technologie a trendy.

Vstupy:

1. *binární* - signalizace (jednobitové nebo dvoubitové vstupy)
- digitální měření (vícebitové binární vstupy)
- čítačové měření pulsů
2. *střídavé* - kompletní měření na 3f 50 (60) Hz sítě s přesností lepší než 0,2 %
3. *stejnoseměrné* - napětíové nebo proudové, galvanicky oddělené

Výstupy:

1. *reléové* - silová relé (až 16A), jejichž sepnutí je ošetřeno HW a SW prostředky s ohledem na maximální spolehlivost provozu; možnost silového výstupu pomocí parametrizovatelné logické rovnice vstupů (např. realizace „záskoku“ v rozvodnách)

Aplikace systému:

1. *rozvodny vysokého napětí* - hlavní určení systému, který byl vyvinut ve spolupráci s rozvodnými závody; pokrývá potřebu pro dispečerské řízení rozvodů
2. *systémy pro sledování energií* - doplnění původního systému o možnosti měření dalších energií, kromě elektrické (plyn, voda, pára, apod.); přidání analogových výstupů rozšiřuje možnosti ovládání

Rozdělení systému:

Modulární systém **MCS2** lze dle způsobu určení rozdělit na jednotlivé skupiny:

První skupina slouží pro *komunikaci celé sítě s nadřazeným systémem* realizovaným pomocí koncentrátoru dat CPL nebo počítače typu PC (může být součástí vyšší sítě LAN). Komunikační moduly umožňují vytvoření sítě mikropočítačů s jedním uzlem, který je napojen na nadřazený počítač typu PC prostřednictvím modulu umístěného přímo v PC. Propojení lze řešit pomocí poloduplexní, sériové optické komunikace. K jednomu PC může být připojeno více uzlů.

Druhou skupinu tvoří *měřicí a ovládací moduly*. Modul pro střídavá měření je programovatelný síťový analyzátor pro měření třífázových souměrných i nesouměrných rozvodných

soustav. Moduly pro stejnosměrná měření umožňují měřit jakoukoli veličinu převedenou na normovanou hodnotu stejnosměrného napětí nebo proudu. Modul binárních vstupů provádí snímání logických úrovní čtyř typů zapojení (jednobitové, dvoubitové, pětibitové a 1 z 6..20) s periodou jedna milisekunda; pomocí parametrů umožňuje ošetřit mezní stavy (časové filtry, “kmitání”) a pomocí čítačů umožňuje měřit veličiny převedené na posloupnost pulsů. Pro dálkové ovládání je určen modul reléových výstupů. Sepnutí relé je zabezpečeno proti chybné aktivaci řízením ze dvou nezávislých procesů. Pro další zvýšení spolehlivosti je možno použít reléových matic (“objektové relé”).

Přenos dat se provádí na principu hlášení změny stavu nebo měřené hodnoty. Každému hlášení je přiřazována doba změny s přesností na jednu milisekundu. Diskrétní (logické) úrovně se hlásí při změně stavu a kontinuální (analogové) úrovně se hlásí při překročení meze a programovatelné integrálně diferenciální konstanty (IDK).

Třetí skupinu tvoří *podpůrné moduly*. Moduly zdrojů umožňují napájet systém stejnosměrným (střídavým) napětím v rozsahu od 24V do 230V včetně možnosti zálohování primárního napětí sekundárním zdrojem, zapojeným na jiný okruh. Moduly jsou umístěny ve vanách, které se dodávají v široké škále velikostí a způsobu uchycení. Systém je dále tvořen komunikačními konvertory s možností galvanického oddělení (RS232/RS232, RS232/proudová smyčka, RS232/RS485, RS232/poloduplexní, sériová optická komunikace apod.).

Sběrnice **MCS2-BUS** je založena na vysokorychlostní sériové sběrnici LVDS v modifikaci M-LVDS (Multipoint LVDS, někde také nazývané BLVDS – Bus LVDS) - diferenciální sběrnici s nízkou úrovní napětí na malé impedanci (cca 100 Ω), čímž se dosahuje vysoké odolnosti proti nakmitávání cizích napětí a vzniku přenosových chyb. Testy elektromagnetické kompatibility zařadily systém **MCS2** do nejprísnejší kategorie „A“ (ČSN EN 61000-6-2). V průběhu zkoušky systém navzdory rušení správně měřil stejnosměrné a střídavé veličiny, bezchybně ovládal relé, nedošlo k přerušení komunikace s nadřazeným systémem a žádný z modulů se nedostal do chybového stavu nebo se nerestartoval.

2. MODUL ŘÍDICÍHO PROCESORU MAS900

MCS2-MAS900 je hlavním řídicím procesorem systému **MCS2**, jehož základní funkcí je parametrizování a řízení periferních modulů pomocí interní LVDS sběrnice **MCS2-BUS**. Komunikace s okolím je zajištěna optickým rozhraním a USB komunikačním kanálem. Implementované VGA rozhraní umožňuje připojení monitorovacího, dotykového LCD displeje. Parametry stanice pro konkrétní aplikaci lze předem definovat a uložit v softwarově reprogramovatelné paměti FLASH, která dále obsahuje informace související s periferními moduly a vykonává tak funkci „hard disku“ systému. Řídicí procesor nepřetržitě vyhodnocuje okolní teplotu a v případě překročení meze přepíná jednotku MCS2 do sleep módu.

2.1. Hardware

Pro vlastní práci využívá modul **MCS2-MAS900** procesor TOSHIBA řady 900H a pole programovatelných obvodů FPGA XILINX, jejichž prostřednictvím řeší obsluhu většiny periferních modulů a LVDS sběrnice **MCS2-BUS**. V systému **MCS2** je řídicímu procesoru výhradně vyhrazena první pozice sběrnice **MCS2-BUS** hned za primárním zdrojem na nulté pozici.

Modul **MCS2-MAS900** poskytuje následující periferní rozhraní:

- sériové komunikační kanály s optickým rozhraním pro primární přenos dat do nadřízeného systému a rozhraním pro servisní obsluhu,
- VGA rozhraní pro připojení monitorovacího, barevného, dotykového LCD displeje (Touch Screen) s rozlišením 640x480 a 256 barvami,
- USB komunikační kanál pro přenos dat nebo servisní obsluhu,
- CF (Compact Flash) karta pro přenos většího objemu dat (např. záznam měřeného průběhu signálu) nebo servisní obsluhu,
- analogový vstup pro měření okolní teploty procesoru,
- DIP spínač (8 bitů) sloužící k identifikaci stanice v systému,
- uživatelský výstup realizovaný vícebarevnou LED diodou STATE, umožňující jednoduchou kontrolu stavu stanice; LED dioda GPS pro informaci o čase;

Pro komunikaci v distribuovaných systémech řízení je určena poloduplexní, sériová optická komunikace, realizovaná optickými kabely. Optická komunikace se skládá z dvojitého kruhu, kde každá stanice v kruhu slouží jako optický zesilovač. Délka komunikační linie tedy není limitována celkovou délkou, ale vzdáleností mezi stanicemi. Dvojité kruhy (zálohování komunikace) dovoluje jedno přerušení kruhu (např. vypnutí jednotky **MCS2**) bez narušení komunikační funkce.

Pro monitorování celkového stavu jednotky **MCS2** včetně jednotlivých modulů poskytuje modul řídicího procesoru **MCS2-MAS900** standardní VGA rozhraní, ke kterému může být připojen jak dotykový LCD displej tak i libovolný VGA monitor. VGA rozhraní může sloužit i pro místní ovládání dané jednotky **MCS2**. V případě bezdotykového VGA displeje se ovládání provádí prostřednictvím externí klávesnice připojené k modulu **MCS2-MAS900** přes USB rozhraní.

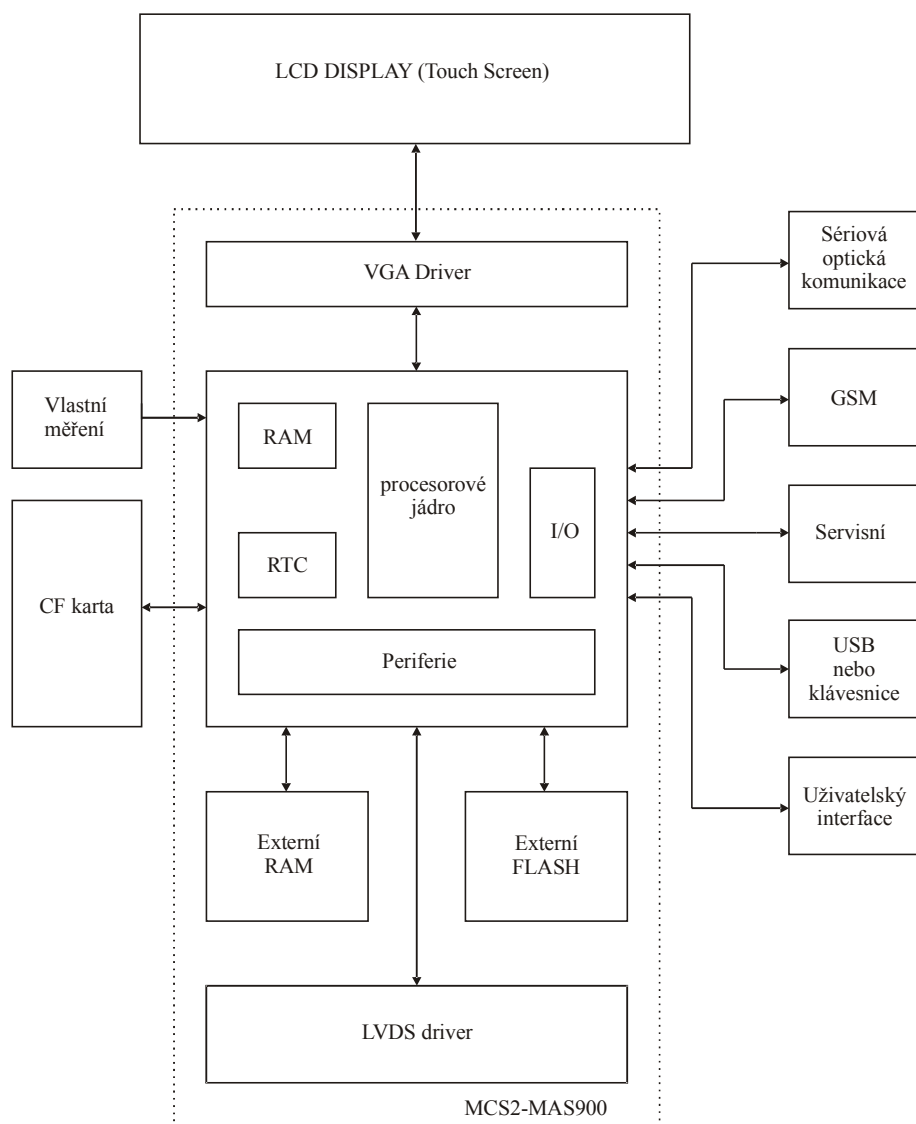
2. MODUL ŘÍDICÍHO PROCESORU MAS900

Význam indikovaných stavů LED:

STATE	stav modulu
nesvítí	modul není pod napětím nebo nepracuje procesor
zelená	normální stav nebo nahrávání dat při upgrade SW
červená	poruchový stav
oranžová	nenormální stav, ale bez poruchy
bliká (bez ohledu na barvu)	probíhá komunikace s nadřazeným systémem

GPS	stav modulu
nesvítí	čas je přesný dle synchronizace GPS
žlutá	reálný čas není přesný, dochází k jeho dopočtení řídicí jedn.

Blokové schéma modulu řídicího procesoru **MAS900**:



2.2. Software

Po startu systému řídicí procesor kontroluje a případně také inicializuje všechny zjištěné periferní moduly na základě jejich automatické identifikace. Podle zjištěných typů jednotlivých modulů do nich může být zavedeno odpovídající programové vybavení z energeticky nezávislé paměti FLASH. V případě, že modul obsahuje aktuální verzi programového vybavení, bude ponechán stávající software (programové vybavení je uloženo v paměti jednotlivých modulů). Pokud má modul starší verzi softwaru, bude automaticky proveden upgrade. LVDS sběrnice **MCS2-BUS** ve spolupráci s hardwarovým a softwarovým vybavením modulu **MCS2-MAS900** umožňuje dynamicky přizpůsobovat provoz systému jeho aktuální konfiguraci. Jednotlivé moduly systému lze přidávat a odebírat bez přerušení provozu ostatních modulů v jednotce **MCS2** (podpora Plug&Play). V paměti EEPROM je umístěn „Log“ soubor (informace o chybách, upgrade apod.)

Pro distribuci časových informací do podřízených modulů se využívá broadcast zprávy. Tato doplňková vlastnost LVDS sběrnice **MCS2-BUS** umožňuje ve stejný okamžik přenést zprávu do všech podřízených modulů. Přesnost časových informací může být zajištěna třemi způsoby:

- RTC obvodem který je součástí procesorového vybavení modulu;
- lokální korekci času na základě informací obdržených z nadřízeného systému včetně zpětné kontroly opraveného času;
- prostřednictvím modulu GPS (není součástí systému **MCS2**)

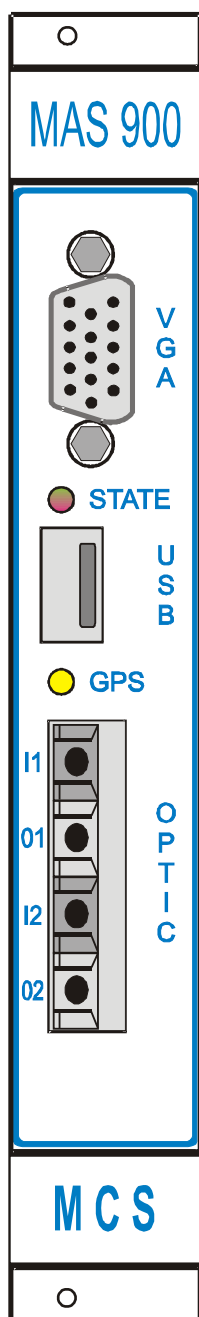
2.3. Technické parametry

<i>Uživatelský vstup:</i>	8-bitový DIP přepínač (identifikace stanice), VGA rozhraní, USB rozhraní, Compact Flash
<i>Uživatelský výstup:</i>	LED STATE 5-stavová (nesvítí, zelená, červená, oranžová, bliká), LED GPS, LCD monitor
<i>Přenosová rychlost:</i>	do 115 200 bps s možností rozšíření do 1 Mbps
<i>USB kanál:</i>	ver. 2.0 (full speed max. 12 Mbps)
<i>VGA:</i>	rozlišení 640x480 pixelů, 256 barev
<i>Sériová komunikace:</i>	dvojitý optický kruh (FDDI), sklo-plastové komponenty Agilent Technologies, plastový kabel (70 m mezi stanicemi), HCS kabel (500 m mezi stanicemi), skleněný kabel (2 km mezi stanicemi)
<i>Optické rozhraní:</i>	HFBR1528 (vysílač), HFBR2522 (přijímač)
<i>Rozsah paměti:</i>	RAM (1024 kB), EEPROM (32 kB), FLASH (1024 kB), CF (256 MB)
<i>Hodiny reál. času RTC:</i>	2..50 ppm, typ. 30 ppm, stabilita definována oscilátorem
<i>Rozlišení času:</i>	1 ms
<i>Zálohování:</i>	SuperCAP pro RTC
<i>Měření teploty:</i>	0..+70 °C, rozlišení 1 °C; po překročení meze přechod do „sleep mode“
<i>Příkon modulu:</i>	2 W max.
<i>Ochrana krytím:</i>	IP 50B (jako součást systému MCS2)
EMC – odolnost:	
<i>Elstat. výboj:</i>	+/- 4 kV, +/- 2 kV (krit. A ČSN EN 61000-4-2)
<i>Elmag. pole:</i>	10 V/m, 80..1000 MHz, AM 80 %, 1 kHz, polarizace horiz. a vert. (krit. A ČSN EN 61000-4-3)
<i>Skupiny impulsů:</i>	+/- 2 kV (+/- ss nap.), +/- 1 kV (kapacitně)

	šířka 15 ms, perioda 300 ms, opak. kmit. 5 kHz, doba trvání 1 min. (krit. A ČSN EN 61000-4-4)
<i>Rázová nap. vlna:</i>	+/- 1 kV, +/- 0,5 kV (+/- ss. nap. – PE, sig. vodiče - PE) +/- 0,5 kV (+ - - ss. nap.) tvar +/- 1,2/50 µs nap. napr., +/- 8/20 µs pr. nakr., 5 rázů, int. 10 s (krit. A ČSN EN 61000-4-5)
<i>Vedené elmag. rušení:</i>	10 V, 150 kHz..80 MHz, AM 80 %, 1 kHz (krit. A ČSN EN 61000-4-6)
<i>Teplotní rozsah:</i>	0..+70°C
<i>Barometrický tlak:</i>	86..106 kPa
<i>Relativní vlhkost:</i>	25..75 % (bez kondenzace)
<i>Rozměr čelního panelu:</i>	172,8 x 25,1 mm
<i>Rozměr plošného spoje:</i>	144,8 x 132,7 mm
<i>Varianty modulů:</i>	MCS2-MAS900 (základní modul) MCS2-MAS900/CF (rozšíření o podporu CF karty) MCS2-MAS900/VGA (rozšíření o podporu VGA) MCS2-MAS900/CF/VGA (rozšíření o podporu CF karty a VGA)
<i>Firmware:</i>	- grafické monitorování provozu stanice, - SW parametrizace časových normálů, - místní ovládání;

2.4. Technologické výkresy

Technologický výkres zapojení konektorů modulu MCS2-MAS900/VGA:



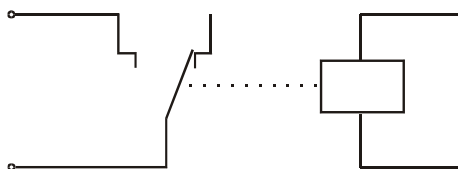
3. MODUL RELÉOVÝCH VÝSTUPŮ REL900

MCS2-REL900 je periferní modul s 10-ti reléovými výstupy, sloužící k ovládání koncových zařízení bez dalších blokovacích podmínek, nezávisle řízený HW a SW procesy s vícestupňovou ochranou. Jednotka je navržena s ohledem na maximální zabezpečení proti chybnému sepnutí nebo rozepnutí relé.

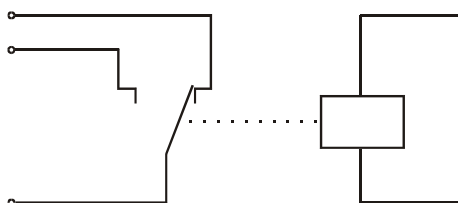
3.1. Hardware

Modul obsahuje procesor TOSHIBA řady 900L a pole programovatelných obvodů FPGA XILINX, jejichž prostřednictvím je řešena obsluha periférií včetně rozhraní LVDS sběrnice **MCS2-BUS**. Modul reléových výstupů používá výkonová relé SCHRACK, určená pro nejnáročnější aplikace v průmyslu. Reléové kontakty jsou přivedeny na dva uživatelské konektory. Na každém z nich jsou u čtyř relé vyvedeny spínací kontakty, u pátého relé spínací a rozpínací kontakty.

Princip zapojení spínacího výstupu:

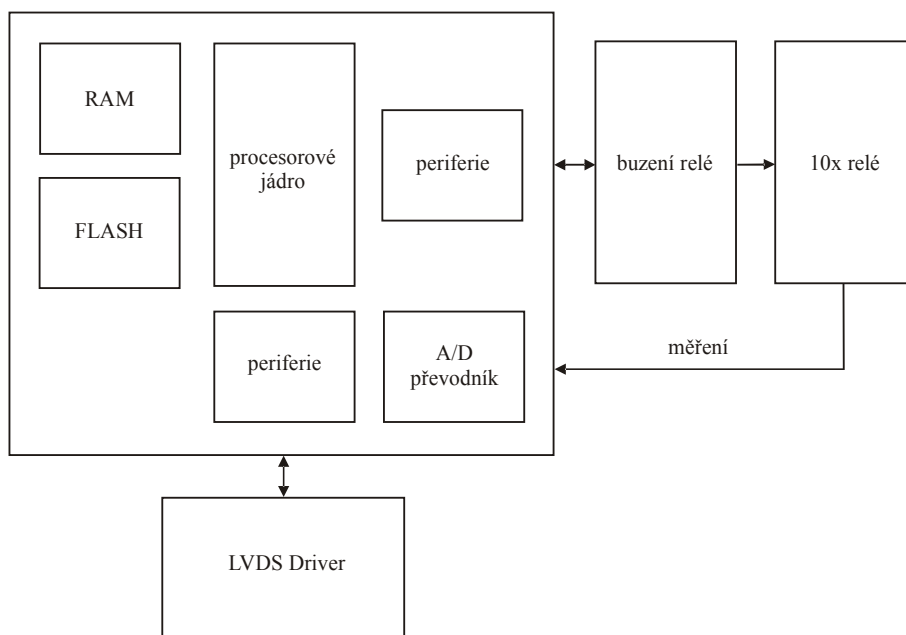


Princip zapojení přepínacího výstupu:



Vysoká spolehlivost reléových výstupů je zajištěna vícestupňovou ochranou. Každý modul může mít v jednom okamžiku sepnuté pouze jedno relé u něhož dochází ke kontrole ovládacího napětí a proudu v jeho cívce. Pro každou změnu stavu se využívá časového zámku s odemykatelným povelu. Každý reléový výstup má svou vlastní specifickou adresu s unikátním kódem pro zapnutí nebo vypnutí. Obraz stavu relé je také vystaven na zvláštním portu a musí odpovídat provedenému povelu. Pokud dojde k selhání některé podmínky, budou všechny reléové výstupy neaktivní a modul bude automaticky uzamknut pro ovládání.

Blokové schéma modulu reléových výstupů REL900:



3.2. Software

Modul reléových výstupů umožňuje SW konfigurovat relé jako objektová nebo časová. Objektové relé slouží k trvalému zapnutí nebo vypnutí, přičemž se stav relé do dalšího povelu nemění. Časové relé své kontakty zapíná nebo vypíná na předem zvolenou dobu. Dále lze časové relé nastavit pro impulsní funkci spínání. Pověly lze také vázat na reálný čas. SW vybavení umožňuje definovat typ sepnutí, dobu držení zvoleného stavu, dobu prodlevy a počet cyklů opakování povelu. Z bezpečnostních důvodů neumožňuje systém MCS2 současné sepnutí více než jednoho reléového výstupu na modulu.

3.3. Volitelné parametry programu ovládání relé

Vzorkovací perioda ovládání relé 1 ms

Parametry pro jednotlivá relé:

Typ ovládání relé	volba způsobu ovládání
Doba držení zvoleného stavu	1..16 777 215 ms
Doba prodlevy	1..16 777 215 ms
Počet cyklů opakování povelu	1..16 777 215

3.4. Způsoby ovládání relé

Každé relé může být nastaveno do čtyř stavů – zapnutí nebo vypnutí (objektové relé) a zapnutí na zvolenou dobu nebo vypnutí na zvolenou dobu (časové relé). Pomocí parametru počet cyklů opakování povelu s volitelnou dobou prodlevy lze jedním povelu realizovat impulsní funkci časového relé. Při použití modulu reléových výstupů v systémech reálného času je možno povel vázat na reálný čas (povel se provede až ve zvoleném čase). Bude-li však čas stále neplatný, povel se neprovede. V samotném vykonání povelu jsou jinak tyto typy ovládání shodné s předchozími. Typy

3. MODUL RELÉOVÝCH VÝSTUPŮ REL900

relé s vazbou na reálný čas lze například využít pro realizaci funkce WATCHDOG (WD), neboť jednou zadaný povel lze dalším povelům předefinovat.

Objektové relé pro zapnutí nebo vypnutí

Typ_OnOff ovládání relé bez časových vazeb

Typ je určen pro nastavení stavu relé po přijetí povelu. Zvolený stav relé se do dalšího povelu nemění.

Časové relé

Typ_Timer časové relé

Relé se po přijetí povelu nastaví do požadovaného stavu na dobu definovanou v povelu. Po uplynutí stanovené doby se stav relé změní na opačný a relé až do dalšího povelu setrvává v tomto stavu. Tento způsob ovládání umožňuje dvě různá ovládání změny stavu relé. V prvním případě se v povelu vyše žadaný stav opačný od stávajícího stavu. Relé se nastaví na požadovaný stav po přijetí povelu a po uplynutí doby se vrátí k původnímu stavu. V druhém případě se v povelu vyše žadaný stav shodný se stávajícím stavem. Relé tedy změní stav až po uplynutí zvolené doby.

Časové relé s cyklickým opakováním

Typ_Cykl impulsní funkce relé

Tento typ ovládání realizuje impulsní funkci relé s definovaným počtem impulsů, volitelnou periodou a střídou v rámci impulsu.

Relé pro zapnutí nebo vypnutí v reálném čase

Typ_OnOff_T ovládání relé v reálném čase

Časové relé

Typ_Timer_T zpožděné časové relé

Časové relé s cyklickým opakováním v reálném čase

Typ_Cykl_T zpožděné impulsní relé

3.5. Technické parametry

Počet výstupů: 8 spínacích, 2 přepínací

Rozlišovací schopnost: 1,0 ms

Příkon modulu: 1 W max.

Uživatelský konektor: 2 x WAGO 231-541/001-000 (na DPS)

2 x WAGO 231-311/026-000 (protikus)

Ochrana krytím: IP 50B (jako součást systému MCS2)

Galvanické oddělení: výstup proti krytu 3750 V_{ef} (50 Hz, 30 s)

mezi výstupy 3500 V_{ef} (50 Hz, 30 s)

EMC – odolnost:

Elstat. výboj: +/- 4 kV, +/- 2 kV (**krit. A ČSN EN 61000-4-2**)

Elmag. pole: 10 V/m, 80..1000 MHz, AM 80 %, 1 kHz, polarizace horiz. a vert.
(**krit. A ČSN EN 61000-4-3**)

Skupiny impulsů: +/- 2 kV (+/- ss nap.), +/- 1 kV (kapacitně)
šířka 15 ms, perioda 300 ms, opak. kmit. 5 kHz, doba trvání 1 min.
(**krit. A ČSN EN 61000-4-4**)

Rázová nap. vlna: +/- 1 kV, +/- 0,5 kV (+/- ss. nap. – PE, sig. vodiče - PE)
+/- 0,5 kV (+ - - ss. nap.)

3. MODUL RELÉOVÝCH VÝSTUPŮ REL900

tvár +/- 1,2/50 μ s nap. napr., +/- 8/20 μ s pr. nakr., 5 rázů, int. 10 s
(krit. A ČSN EN 61000-4-5)

Vedené elmag. rušení: 10 V, 150 kHz..80 MHz, AM 80 %, 1 kHz (krit. A ČSN EN 61000-4-6)

Teplotní rozsah: 0..+70°C

Barometrický tlak: 86..106 kPa

Relativní vlhkost: 25..75 % (bez kondenzace)

Rozměr čelního panelu: 172,8 x 25,1 mm

Rozměr plošného spoje: 144,8 x 132,7 mm

Parametry relé:

Max. spínací napětí: 440 VAC

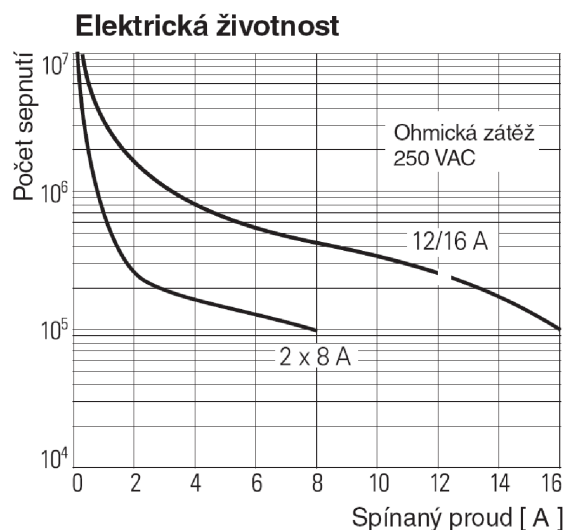
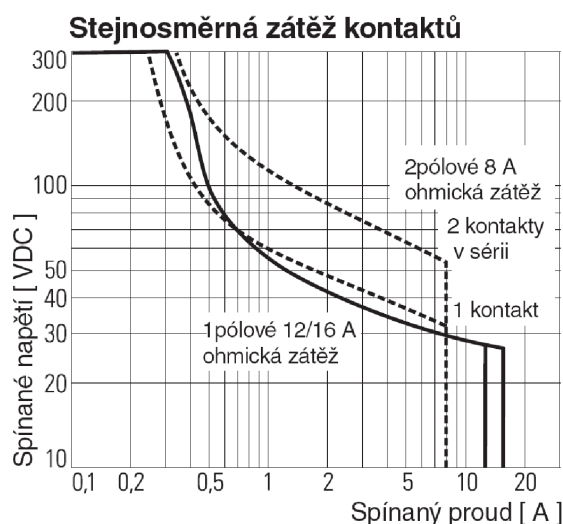
Max. spínací proud: 16 A

Max. spínaný výkon: 4000 VAAC

Životnost kontaktů: 30000 sepnutí (250 VAC, 16 A)

Typ: SCHRACK RT314024 (nebo ekvivalent)

Graf. závislosti zátěže a životnosti relé (12/16A):



Označení modulu: **MCS2-REL900**

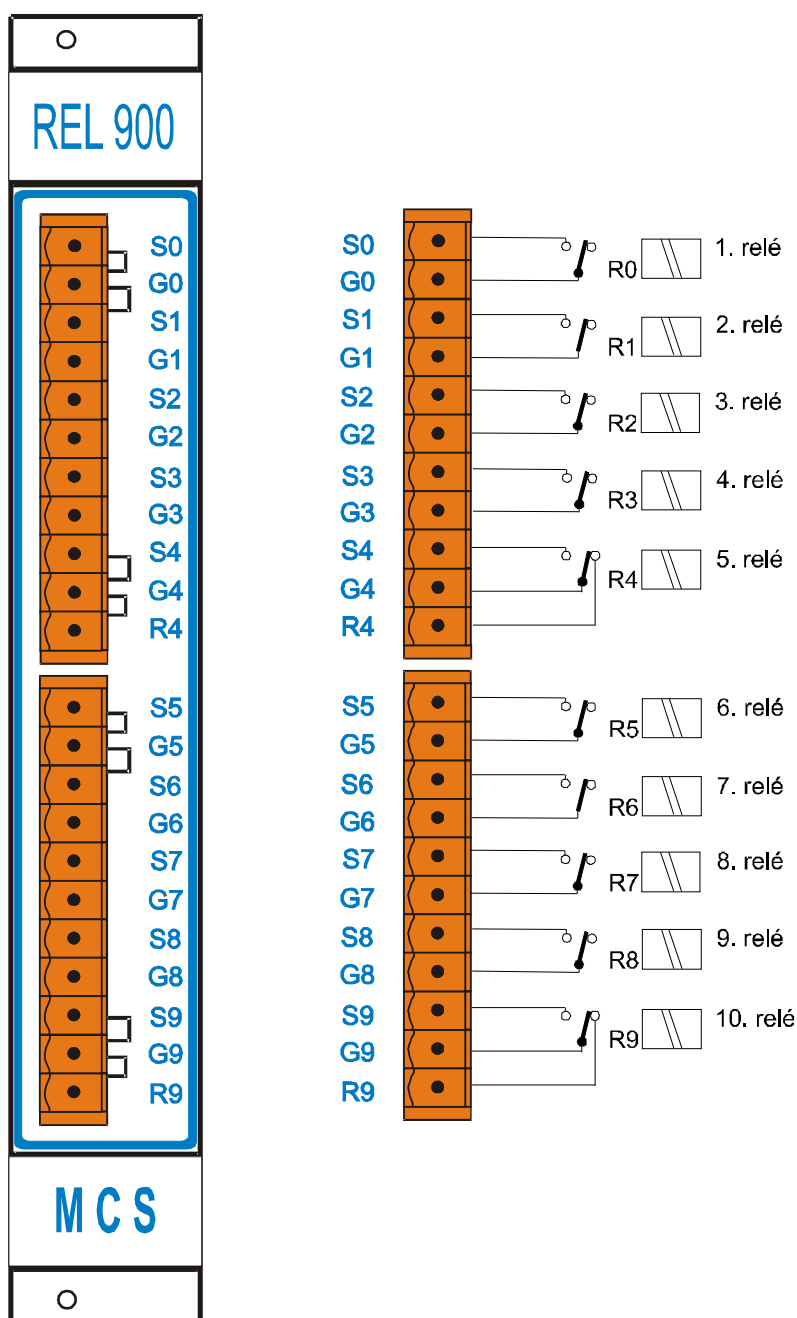
Firmware:

- časové relé (provedení povelu sepnutí nebo rozepnutí ve stanovený čas),
- možnost cyklického opakování povelu s nastavitelnou dobou prodlevy,
- nastavení délky časového relé 1 ms - 16 000 s,
- ovládání pomocí objektového relé;

Při ovládání indukční zátěže musí být použity ochranné prvky, aby nedošlo k překročení technických parametrů (např. pro stejnosměrné napájení zátěže se použije ochranná dioda apod.).

3.6. Technologické výkresy

Technologický výkres zapojení konektorů modulu MCS2-REL900:



Klíčování konektoru WAGO 231-311/026-000 - pin 1 (S0,S5) a 10 (G4,G9) háčky, pin 2 (G0,G5) a 2 (S4,S9) háčky

4. MODUL BINÁRNÍCH VSTUPŮ BIN 900

MCS2-BIN900 je periferní modul s 20-ti (10-ti) binárními vstupy, určený k signalizaci stavu jednotlivých prvků v systému. Jednotku lze rovněž naprogramovat pro funkci čítání změn jednotlivých vstupů nebo skupiny vstupů. Všechny binární vstupy jsou od zbylých obvodů, příp. také mezi sebou, galvanicky odděleny optočleny (s ohledem na maximální elektrickou izolační pevnost).

4.1. Hardware

Modul binárních vstupů obsahuje procesor TOSHIBA řady 900L a pole programovatelných obvodů FPGA XILINX, jejichž prostřednictvím je řešena obsluha periférií včetně rozhraní LVDS sběrnice **MCS2-BUS**.

Modul se dle zapojení vstupů vyrábí ve dvou HW variantách:

- *pasivní vstupy* (ke změně stavu vstupu dochází připojením externího napětí mezi příslušnou vstupní svorku a zemní svorku), *pasivní* vstupy vyžadují ovládání *aktivními* kontakty,
- *aktivní vstupy* (modul zajišťuje napájení pro přídavné, galvanicky oddělené DC/DC měniče, jimiž je vybaven; ke změně stavu vstupu dochází vodivým spojením příslušné aktivní vstupní svorky a zemní svorky), *aktivní* vstupy vyžadují ovládání *pasivními* kontakty;

Modul se vyrábí ve třech HW variantách dle způsobu galvanického oddělení:

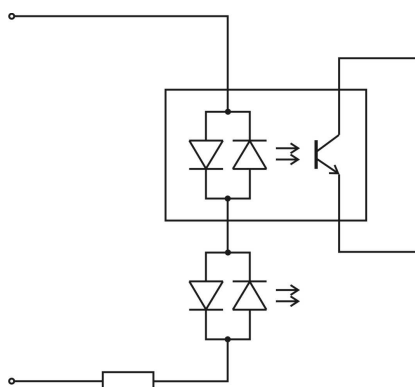
- dvě galvanicky oddělené skupiny po deseti společných vstupech (dvě samostatné země),
- dvacet společně galvanicky oddělených vstupů (jedna společná země),
- deset vstupů vzájemně galvanicky oddělených (deset samostatných zemí; aktivní vstupy nejsou podporovány);

Modul se vyrábí ve čtyřech HW variantách dle rozsahu vstupních napětí (na přání lze dodat také vstupní rozsah 230 V):

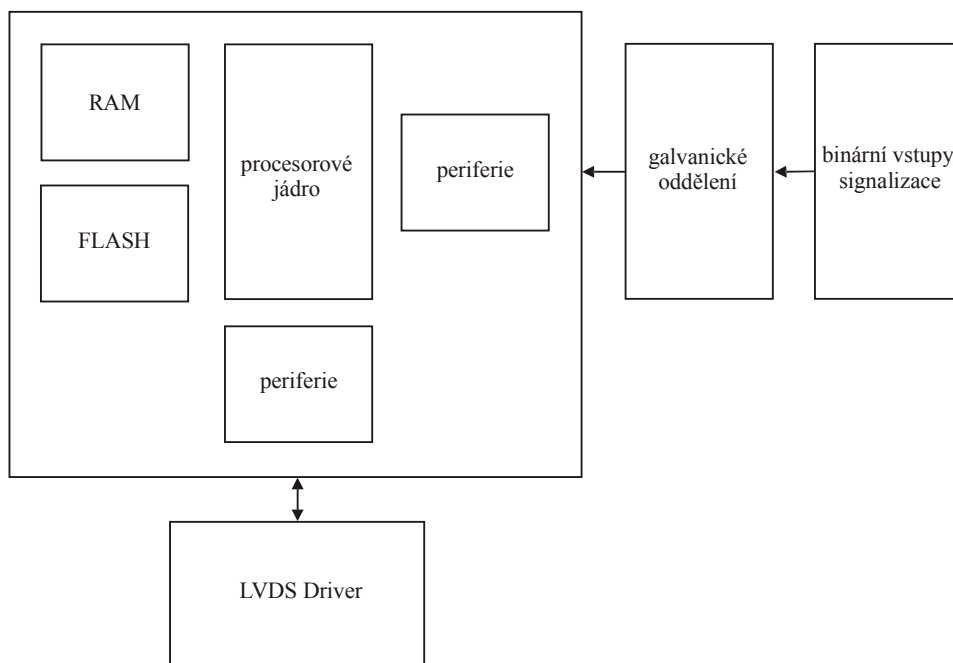
- 24 V,
- 48 V,
- 60 V,
- 110 V;

Každý binární vstup používá zapojení, kde nezáleží na polaritě připojeného signálu (bipolární vstup). Pro signalizaci stavu lze použít stejnosměrný i střídavý zdroj signálu. Na čelním panelu je každý vstup opatřen indikační LED diodou signalizující aktuální stav příslušného vstupu. HW koncepce zahrnuje 20 variant modulu.

Princip zapojení jednoho vstupu:



Blokové schéma modulu binárních vstupů BIN900:



4.2. Software

SW návrh modulu umožňuje používat:

- jednotlivé bity pro jednoduchou signalizaci stavu připojených zařízení;
- jednotlivé bity pro čítání pulsů;
- jednotlivé bity pro rozdílové čítání pulsů;
- skupiny bitů pro vyhodnocení vícebitových stavů;
- skupiny bitů pro celočíselné měření (regulace odboček transformátoru);

Každý z uvedených typů binárních vstupů může být opatřen protizákmitovými filtry. Všem měřeným hodnotám se přiřazuje informace o čase.

4.3. Volitelné parametry programu binární signalizace a měření

Vzorkovací perioda stavu vstupů	1,2 ms (frekvence vstupů větší než 400 Hz) 0,3 ms (frekvence vstupů větší než 1 kHz)
<u>Globální parametry pro celý modul:</u>	
Perioda testování max. počtu kmitů	1..60 s
Perioda vyslání stavů čítačů	0 = vyslání stavů pouze na dotaz, 1..4 095 minut
Počátek vyslání v rámci periody	0..4 094 (n-tá minuta vyslání od počátku periody)
<u>Parametry pro jednotlivé vstupy:</u>	
Časový filtr	0 = filtr vyřazen, 1..65 535 ms
Pomocný časový filtr	0 = filtr vyřazen, 1..255 ms
Maximální počet kmitů v periodě	0 = testování vyřazeno, 2..254 změn stavů
Adresace vstupů	A0..A9 (1..10) B0..B9 (11..20)
Počet vstupů pro měření 1 z N	6..20

4.4. Způsoby binární signalizace a měření

Jednobitová signalizace

J	jednobitová signalizace	1/0 na vstupu odpovídá stav 1/0 v počítači
Jn	jednobitová negovaná signalizace	0/1 na vstupu odpovídá stav 1/0 v počítači

Každý binární vstup je přiřazen do jednoho procesního bodu stavové signalizace. Typ **Jn** je po negaci zpracován úplně shodně s typem **J**. Změna stavu je hlášena až po uplynutí doby filtru.

Čítačové binární měření

C	31-bitový čítač	počítadlo změn stavu vstupu 0 => 1
----------	-----------------	------------------------------------

Každý binární vstup **J** nebo **Jn** je také možno deklarovat jako 31-bitový binární čítač do jednoho procesního bodu stavového měření, přičemž parametry pro vstupy **J** a **Jn** (filtr a kmitání) jsou stejné jako u jednobitové signalizace. Procesní bod umožňuje měřit fyzikální veličiny, které jsou převedeny na impulsy (např. průtokoměry, elektroměry). Odeslání celkového stavu čítače nadřazenému systému se děje s volitelnou periodou, která se synchronizuje s reálným časem v rámci periody (např. počátek 3 min. a perioda 60 min. znamená, že celkový stav bude vysílán ve 3. minutě každé hodiny). Celkový stav čítače lze kdykoli dostat na žádost. Chybový stav vstupu (kmitání) je hlášen okamžitě.

Měření periody

P	31-bitový čítač	počítadlo změn stavu vstupu 0 => 1 pouze za danou periodu
----------	-----------------	---

Čítačové binární měření a měření periody

Kombinace dvou předchozích typů programu.

Dvoubitová signalizace

D	dvoubitová signalizace	10/01 na vstupu odpovídá stav 1/0 v počítači
Dn	dvoubitová negovaná signalizace	01/10 na vstupu odpovídá stav 1/0 v počítači

Dva binární vstupy jsou současně vyhodnocovány a převedeny do jednoho procesního bodu stavové signalizace. Typ **Dn** je po negaci obou vstupů zpracován zcela shodně s typem **D**. Koncové stavy

10 nebo **01** jsou hlášeny po uplynutí doby **pomocného** filtru. Stav **00** nebo **11** se vyhodnocují po uplynutí doby filtru (trvání „mezipolohy“) jako chyba „mezipolohy“. Vyhodnocení pomocí dvou filtrů dovoluje optimalizovat dobu hlášení stavu koncové polohy a zároveň ponechat možnost ošetření chyby změny obou vstupů najednou (rušení) filtrem s krátkou dobou.

Digitální binární měření (odbočky transformátoru)

O5 vícebitové měření 5-bitový přímý binární kód (0..31)

Pět binárních vstupů je současně vyhodnocováno, k binárnímu kódu je připočtena 1 (převod na číslo 1..32) a dochází k převodu na číslo ve standardní 4-bytové float aritmetice do jednoho procesního bodu stavového měření. Změna stavu je hlášena až po uplynutí doby filtru.

Digitální binární měření 1 z N (odbočky transformátoru)

O17 měření jedna z N převedeno na 5-ti bitový přímý binární kód (1..20)

Šest až dvacet binárních vstupů je současně vyhodnocováno a převedeno na číslo 1 z N ve standardní 4-bytové float aritmetice do jednoho procesního bodu stavového měření. Indikace dosažení nastavení **jednoho** vstupu je hlášena po uplynutí doby **pomocného** filtru. Stav sepnutí více než jednoho nebo rozepnutí všech vstupů se vyhodnocují po uplynutí doby filtru (trvání „mezipolohy“) a hlásí se jako chyba „mezipolohy“. Vyhodnocení pomocí dvou filtrů dovoluje optimalizovat dobu hlášení stavu koncové polohy a zároveň ponechat možnost ošetření chyby změny **dvou** vstupů najednou (rušení) filtrem s krátkou dobou.

Adresace vstupů

Adresy jednotlivých procesních bodů lze zadávat libovolně (nemusí být za sebou). V případě, že procesní bod používá více než jeden vstup modulu (**D**, **Dn**, **O5** a **O17**), musí být definice adresy vstupů řazena vzestupně za sebou (případně deklarace pouze nejnižšího bitu, jsou-li fyzické vstupy procesního bodu na modulu řazeny za sebou).

4.5. Popis technologických parametrů

Každé binární signalizaci nebo měření mohou být přiděleny dva technologické parametry, které mohou pomoci ošetřovat mezní a chybové stavy.

Časové filtry

Změny stavu spustí SW monostabilní časové obvody s volitelnou časovou konstantou (1..65 535 ms nebo 1..255 ms, 0 vyřazuje filtry z činnosti), které v aktivním stavu blokují hlášení změn. Každá změna vstupu v aktivním stavu znovu nastaví obvod na plnou časovou konstantu. Změna stavu je hlášena jen v případě, že se stav po uplynutí doby kyvu liší od stavu před spuštěním.

Doba trvání filtru se odečítá od reálného času vyhodnocení stavu (hlásí se tedy skutečný, reálný čas změny). Časová poslušnost hlášení změn tím ale není zaručena.

Kmitání

Parametr slouží k ošetření stavu, kdy počet změn stavů (2..254 změn, 0 vyřazuje kontrolu kmitání z činnosti) na vstupech za určitou dobu (periodu) je vyšší, než je technologicky přípustné. Oba parametry, tj. perioda a počet změn stavů (kmitů) v ní, jsou volitelné. Po nahlášení chyby se další hlášení změn zablokuje a zároveň se testuje po dobu dvou následujících period překročení počtu kmitů v periodě. Jsou-li obě periody bez chyby kmitání, nahlásí se na začátku třetí periody aktuální stav.

Změny stavu souvisí s časovým filtrem, jehož doba spolu s povoleným počtem kmitů v periodě může překrýt periodu „kmitání“ a tím ochranu proti kmitání vyřadit z činnosti. Volitelná doba periody „kmitání“ umožňuje tento problém optimalizovat.

Atributy (příznaky) kvality procesních veličin

xxxxx000 platný stav signalizace nebo měření
 00000011 telemetrická chyba „kmitání“ vstupů
 00000100 telemetrická chyba „mezipolohy“ (může nastat jen pro **D**, **Dn** a **O17**)

4.6. Příklady zadávání parametrů

Globální parametry:

Parametr	Hodnota	Poznámka
Perioda testování kmitů	1..8	volba výpočtů podle fyzického zapojení vstupů
Perioda	0, 1..4095	nejsou-li čítače, parametr není nutno zadat
Začátek periody	0..4094	nejsou-li čítače, parametr není nutno zadat

Parametry pro jednobitovou signalizaci J a Jn:

Parametr	Hodnota	Poznámka
Číslo vstupu	1..20	adresa vstupu na modulu
Časový filtr	0..65535	čas v ms (0 = filtr vyřazen)
Max. počet kmitů	0, 2..254	0 = počet kmitů se netestuje
Volba čítače	0 nebo 1	0 = jednobitová signalizace, 1 = čítačový vstup

Parametry pro dvoubitovou signalizaci D a Dn:

Parametr	Hodnota	Poznámka
Číslo vstupu	1..20	adresa vstupu na modulu
Časový filtr	0..65535	čas v ms (0 = filtr vyřazen)
Max. počet kmitů	0, 2..254	0 = počet kmitů se netestuje
Pomocný časový filtr	0..255	čas v ms (0 = filtr vyřazen)

Parametry pro binární měření O5:

Parametr	Hodnota	Poznámka
Číslo vstupu	1..20	adresa vstupu na modulu
Časový filtr	0..65535	čas v ms (0 = filtr vyřazen)
Max. počet kmitů	0, 2..254	0 = počet kmitů se netestuje

Parametry pro binární měření 1 z N O17:

Parametr	Hodnota	Poznámka
Číslo vstupu	1..20	adresa vstupu na modulu
Časový filtr	0..65535	čas v ms (0 = filtr vyřazen)
Max. počet kmitů	0, 2..254	0 = počet kmitů se netestuje
Pomocný časový filtr	0..255	čas v ms (0 = filtr vyřazen)
Počet vstupů	6..20	počet vstupů pro vyhodnocení 1 z N

4.7. Technické parametry

Počet vstupů: dvě galvanicky oddělené skupiny po deseti společných vstupech
nebo dvacet společně galvanicky oddělených vstupů
nebo deset vstupů vzájemně galvanicky oddělených

Použité vstupy: aktivní, pasivní

Použité kontakty: pasivní, aktivní

Indikace: červená LED dioda pro každý sudý binární vstup
zelená LED dioda pro každý lichý binární vstup

Minimální délka pulsu: 1 ms

Přesnost měření: 1 ms

Vstupní rozsah: 24 V, 48 V, 60 V, 110 V (230 V) nominální

Tabulka rozsahů:

Nominální napětí U_{nom} [V]	Zatížení vstupu I_{nom} [mA]	Minimální napětí U_{min} [V]	Maximální napětí U_{max} [V]
24	6	10	35
48	3,2	20	68
60	2,5	28	84
110	1,4	72	154

Impedance vstupu: dle hodnoty vstupního napětí (proudový zdroj)

Přetížení pro vstupy: 140 % vstupního rozsahu (trvale)

Aktivní vstupy: napájení z interních DC/DC měničů
(varianta DC1: 1 měnič, varianta DC2: 2 měniče)

Příkon modulu: 1 W max. (A2, A1, A10) + 1,5 W na každý použitý DC/DC měnič

Uživatelský konektor: 2 x WAGO 231-541/001-000 (na DPS)
2 x WAGO 231-311/026-000 (protikus)

Ochrana krytím: IP 50B (jako součást MCS2 systému)

Galvanické oddělení: vstup proti krytu 4000 V (DC, 30 s)
vstup proti krytu 3500 V_{ef} (50 Hz, 30 s)

EMC – odolnost:

Elstat. výboj: +/- 4 kV, +/- 2 kV (**krit. A ČSN EN 61000-4-2**)

Elmag. pole: 10 V/m, 80..1000 MHz, AM 80 %, 1 kHz, polarizace horiz. a vert.
(**krit. A ČSN EN 61000-4-3**)

Skupiny impulsů: +/- 2 kV (+/- ss nap.), +/- 1 kV (kapacitně)
šířka 15 ms, perioda 300 ms, opak. kmit. 5 kHz, doba trvání 1 min.
(**krit. A ČSN EN 61000-4-4**)

Rázová nap. vlna: +/- 1 kV, +/- 0,5 kV (+/- ss. nap. – PE, sig. vodiče - PE)
+/- 0,5 kV (+ - - ss. nap.)
tvar +/- 1,2/50 μs nap. napr., +/- 8/20 μs pr. nakr., 5 rázů, int. 10 s
(**krit. A ČSN EN 61000-4-5**)

Vedené elmag. rušení: 10 V, 150 kHz..80 MHz, AM 80 %, 1 kHz (**krit. A ČSN EN 61000-4-6**)

Teplotní rozsah: 0..+70°C

Barometrický tlak: 86..106 kPa

Relativní vlhkost: 25..75 % (bez kondenzace)

Rozměr čelního panelu: 172,8 x 25,1 mm

Rozměr plošného spoje: 144,8 x 132,7 mm

Varianty modulů:

MCS2-BIN900/A1/x dvacet společně galvanicky oddělených pasivních vstupů (aktivní kontakty)

MCS2-BIN900/A2/x dvě galvanicky oddělené skupiny po deseti společných pasivních vstupech (aktivní kontakty)

MCS2-BIN900/A10/x deset pasivních vstupů vzájemně galvanicky oddělených (aktivní kontakty)

MCS2-BIN900/DC1/x dvacet společně galvanicky oddělených aktivních vstupů (pasivní kontakty)

MCS2-BIN900/DC2/x dvě galvanicky oddělené skupiny po deseti společných aktivních vstupech (pasivní kontakty)

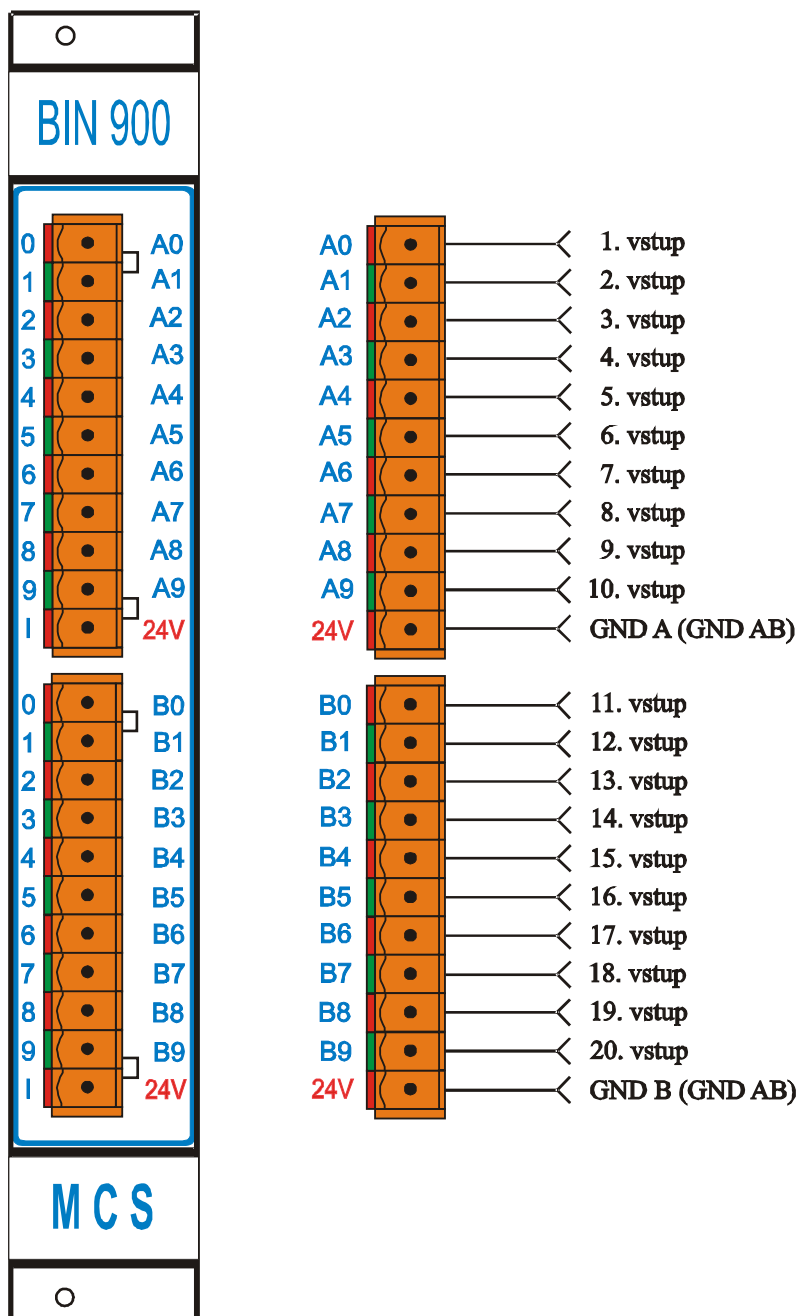
x definuje vstupní rozsah 24 V (**24**), 48 V (**48**), 60 V (**60**), 110 V (**110**)

Firmware:

- podpora několika typů vstupů (jednobitové, dvoubitové, pětibitové, 1 z N, kde N = 6..20 apod.),
- SW parametrizace filtrů (1..65 535 ms), ochrana proti kmitání,
- čítačové vstupy s periodickým vysíláním stavu;

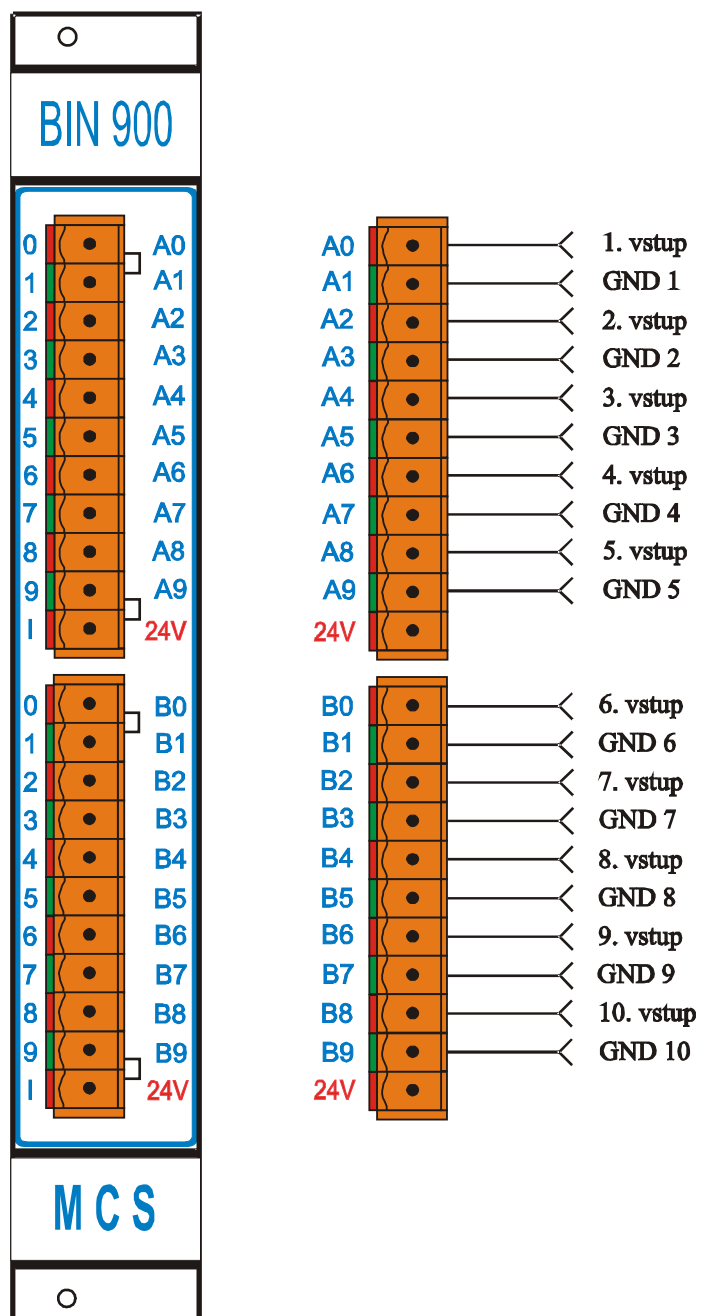
4.8. Technologické výkresy

Technologický výkres zapojení konektorů modulu MCS2-BIN900 (kromě varianty A10/x):



Klíčování konektoru WAGO 231-311/026-000 - pin 1 (A0,B0) a 10 (A9,B9) háčky

Technologický výkres zapojení konektorů modulu MCS2-BIN900/A10/24:



Klíčování konektoru WAGO 231-311/026-000 - pin 1 (A0,B0) a 10 (A9,B9) háčky

5. MODUL MĚŘENÍ A ANALÝZY STŘÍDAVÝCH VELIČIN ADUI56

MCS2-ADUI56 slouží k přesnému měření všech veličin definovaných v 50 (60) Hz síti. Modul je programovatelným síťovým analyzátozem pro měření třífázových souměrných a nesouměrných rozvodných soustav a může být naprogramován i ve funkci ochran pro napětí (podpětové, zemní apod.), proud (nadproud) a frekvenci (**MCS2-PROTECTION**).

5.1. Hardware

Konstrukčně je modul tvořen dvěma svázanými částmi systému **MCS2**:

Digitální modul obsahuje signálový procesor (DSP) FREESCALE a řadič periferií realizovaný programovatelným logickým polem FPGA XILINX včetně rozhraní LVDS sběrnice **MCS2-BUS**. Modul je dále vybaven datovou pamětí RAM a FLASH a pomocnými I/O obvody. Pro variantu **MCS2-PROTECTION** je modul rozšířen o sekundární signálový procesor (DSP) FREESCALE, nezávislé galvanicky oddělené binární vstupy a reléové výstupy.

Analogový modul obsahuje vstupní blokové děliče napětíových vstupů s programově řízenými přístrojovými zesilovači pro SW ovládání zisku. Měření proudu je zajištěno galvanicky oddělenými LEM převodníky s úrovnovým přizpůsobením. Normovaný signál dále prochází Butterworthovými antialiasing filtry typu dolní propust 6. řádu ($f_m=3\text{kHz}$) s útlumem v pásmu nepropustnosti 98 dB, posílenými dalšími digitálními filtry implementovanými v DSP. Měřený signál zpracovávají 16-ti bitové A/D převodníky, tj. šest nezávislých sériových PulSAR A/D převodníků spolu se šesti precizními obvody napětíových referencí. Tímto způsobem modul měření a analýzy zajišťuje skutečné paralelní zpracování dat v DSP. Galvanické oddělení digitalizovaného průběhu měřeného napětí se provádí iCouplery. Tímto řešením dochází k vyloučení nelinearity a dalších chyb optoelektrického principu oddělení.

Univerzálnost HW návrhu modulu umožňuje jeho mnohostranné využití:

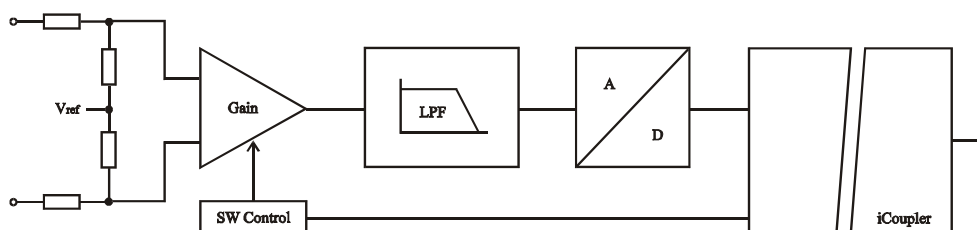
- samostatný modul měření **MCS2-ADUI56**, ve kterém procesor provádí *časově nepřetržité kontinuální měření napětí (proudu), frekvence a fáze*. Současně se provádí i spektrální analýza vstupního signálu, jejíž výsledky se používají pro další výpočty. Vlastní měření je průměrem všech hodnot periodické veličiny za časovou jednotku (1 s). Měření efektivních hodnot napětí a proudů se provádí vzorkováním vstupního signálu podle vzorce:

$$U_{ef} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n u_j^2}{n}}, \quad I_{ef} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n i_j^2}{n}}$$

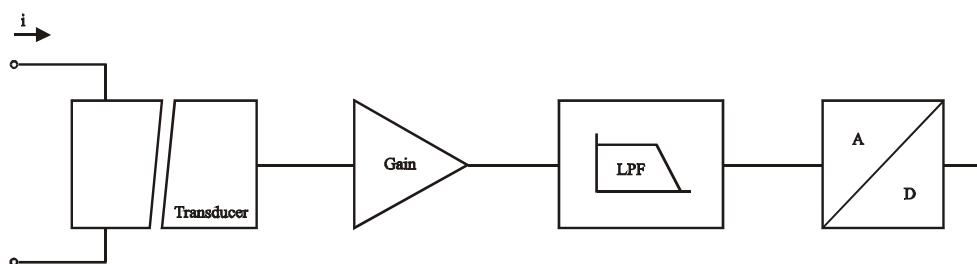
Modul může být realizován ve třech provedeních: tři napětíové a tři proudové kanály, šest napětíových kanálů nebo šest proudových kanálů.

- modul ochran **MCS2-PROTECTION**, ve kterém funkce ochran umožňuje testovat každou periodu signálu na mezní stavy a přiřadit k nim reálný čas systému s rozlišením na 1 ms v případě překročení meze. Pro nadproudovou ochranu se ke stávající konfiguraci přidává doplňkový HW který obsahuje nezbytné prvky pro zajištění funkčnosti modulu při přetížení a umožňuje provádět nadproudové měření vyhovující přesnosti (viz technické parametry).

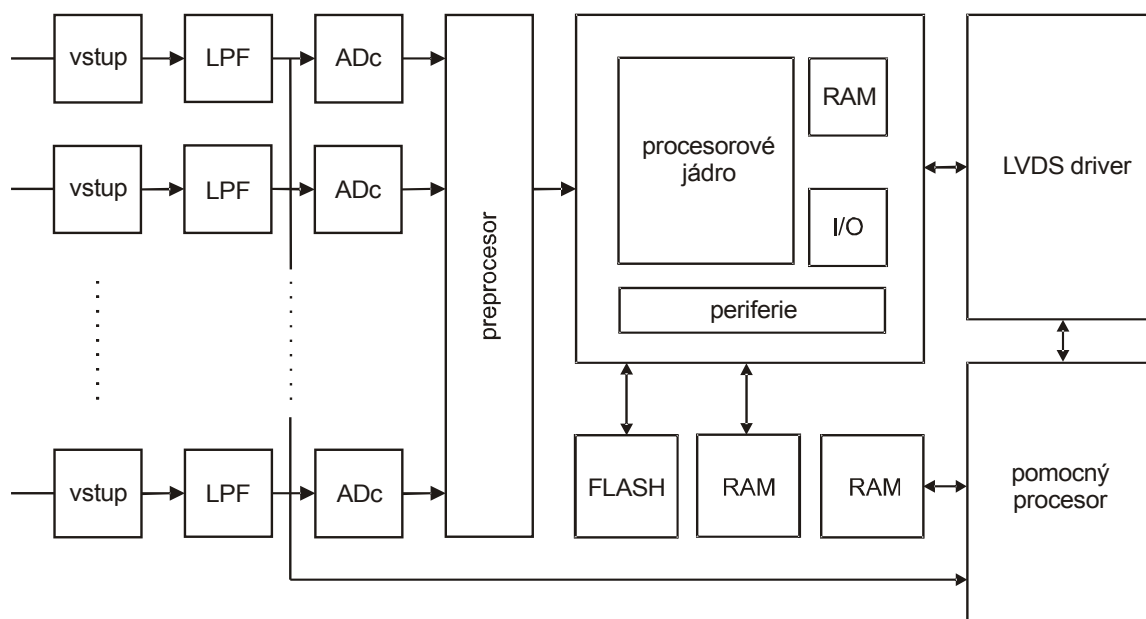
Princip zapojení napěťového vstupu:



Princip zapojení proudového vstupu:



Blokové schéma modulu:



5.2. Software

SW návrh modulu umožňuje:

- provádět třífázová měření základních veličin elektrické sítě (napětí, proud, frekvence a fáze), na jejichž základě jsou dopočteny další hodnoty,
- realizovat digitální filtraci rychlými adaptivními filtry FIR, vylučujícími vliv vyšších harmonických a poskytujícími žádanou strmost přechodu do pásma nepropustnosti a následně provádět harmonickou analýzu měřených veličin,
- uchovávat v reálném čase záznamy extrémních průběhů signálů nebo jiných technologických událostí v energeticky nezávislé paměti FLASH pro poskytnutí této informace uživateli (dobu záznamu závisí na rychlosti vzorkování a pohybuje se od 0,8 až do několika sekund),
- zajistit přesnou časovou informaci z nadřazeného systému prostřednictvím rychlých komunikačních kanálů LVDS sběrnice,
- provádět trvalé autotesty spojené se zajištěním větší spolehlivosti a provozuschopnosti modulu; obsluhu externích a interních hlídacích obvodů watchdog (WD),
- předání kompletní informace nadřazenému systému v případě nestandardních stavů a zajištění dalšího bezpečného provozu;

5.3. Volitelné parametry programu měření v síti 50 (60) Hz

Vzorkovací perioda výpočtů 1 s (výpočet průměrů periodických hodnot veličiny)

Globální parametry pro celý modul:

Adresace pozice modulu ve vaně	adresa pozice umístění modulu ve vaně
Typ výpočtu podle zapojení	1..7 (typ odpovídá zapojení pro sdružená nebo fázová napětí)
Perioda vyslání hodnoty práce	0 = vyslání stavů pouze na dotaz, 1..4 095 minut
Počátek vyslání v rámci periody	0..4 094 (n-tá minuta vyslání od počátku periody)

Parametry pro jednotlivé vstupy:

Dolní rozsah	hodnota ve fyzikálních jednotkách parametru (např. A, kV)
Horní rozsah	hodnota ve fyzikálních jednotkách parametru
Integrovaný filtr	hodnota ve fyzikálních jednotkách parametru
Maska výpočtu	0 = hodnota se pouze interně počítá, ale neposílá
První horní nebo dolní mez	hodnota ve fyzikálních jednotkách parametru
Druhá horní nebo dolní mez	hodnota ve fyzikálních jednotkách parametru
Časový filtr pro danou mez	10..65 535 ms
Adresace vstupů	$H_0 = 1A$ a $1B, \dots, H_2 = 3A$ a $3B, H_4 = 4A$ a $4B, \dots, H_6 = 6A$ a $6B$

5.4. Způsoby zapojení napětí a proudů

1. Kompletní třífázová měření pro fázová nebo sdružená napětí (Typ I) – 6 vstupů

Typ_1_3FAZE	výpočty pro zapojení všech fázových napětí a proudů
Typ_1_ARON	výpočty pro zapojení všech sdružených napětí a fázových proudů

Typ výpočtů se používá pro zapojení, kde jsou k dispozici všechna napětí a proudy třífázové sítě. Pro maximální využití napěťového rozsahu převodníku (standardně 100 V) je pro uzavřenou síť vhodné použít Aronovo zapojení využívající dvě sdružená napětí a dva fázové proudy pro přesný třífázový wattmetr a elektroměr. Je-li to však nutné, pro výpočet pomocných parametrů (např. U_S , I_f , U_{nes} , I_{nes}) se použijí všechna napětí i proudy.

2. Dvě kompletní třífázová měření pro sdružená napětí (Typ II) - 6 vstupů

Typ_2_ARON-1	výpočty pro zapojení dvou sdružených napětí a fázových proudů
Typ_2_ARON-2	výpočty pro zapojení dvou sdružených napětí a fázových proudů

Typ výpočtů se používá pro zapojení na uzavřené síti, kde lze použít Aronovo zapojení pro třífázový wattmetr a elektroměr, neboť poskytuje dva plnohodnotné wattmetry a elektroměry. Některé pomocné parametry (např. U_S , I_f , U_{nes} , I_{nes} , U_{f3}) pro chybějící napětí a proud se dopočítávají ze změřených.

3. Dvě nekompletní třífázová měření pro fázová napětí (Typ III) - 6 vstupů

Typ_3_3FAZE-1	výpočty pro zapojení dvou fázových napětí a dvou fázových proudů
Typ_3_3FAZE-2	výpočty pro zapojení dvou fázových napětí a dvou fázových proudů

Typ výpočtů se používá pro zapojení, kde nejsou k dispozici všechna napětí a proudy třífázové sítě nebo je nutno použít dva třífázové wattmetry a elektroměry pro fázová napětí. Některé pomocné parametry (např. U_S , I_f , U_{nes} , I_{nes} , U_{f3}) pro chybějící napětí a proud se dopočítávají ze změřených. Wattmetr a elektroměr není přesný, neboť se dopočítává ze dvou fází na tři. Tento typ zapojení lze použít pro symetrickou zátěž sítě.

4. Dvě nekompletní třífázová měření pro jedno fázové nebo sdružené napětí (Typ IV) - 6 vstupů

Typ_4_3FAZE-1	výpočty pro jedno fázové a sdružené napětí a dva fázové proudy
Typ_4_3FAZE-2	výpočty pro jedno fázové a sdružené napětí a dva fázové proudy

Typ výpočtů se používá pro zapojení, kde je k dispozici jedno sdružené napětí, příp. jedno fázové napětí a dva fázové proudy třífázové sítě. Zapojení dovoluje použít dva třífázové wattmetry a elektroměry pro sdružená napětí. Některé pomocné parametry (např. U_S , I_f , U_{nes} , I_{nes} , U_{f3}) pro chybějící napětí a proud se dopočítávají ze změřených. Wattmetr a elektroměr není přesný, neboť se dopočítává na tři fáze. Tento typ zapojení lze použít pro symetrickou zátěž sítě.

5. Nezávislá měření (Typ V) - 6 vstupů

Typ_5_H	výpočty pro obecné vstupy
---------	---------------------------

Typ výpočtů se používá pro zapojení, kde se nedopočítává žádná veličina ze změřených hodnot. Tento typ zapojení lze použít pro měření obecných střídavých proudů nebo napětí. Kterýkoli vstup může být proudový nebo napěťový.

6. Dvě měření třífázového napětí (Typ VI) - 6 vstupů

Typ_6_3U-1	výpočty pro pomocné parametry tří fázových napětí
Typ_6_3U-2	výpočty pro pomocné parametry tří fázových napětí

Typ výpočtů se používá pro zapojení, kde se měří pouze fázové napětí a z něho se dopočítávají další pomocné parametry pro napětí (např. U_s , U_{nes}).

7. ČSN EN 50160 Charakteristiky napětí el. energie dodávané z veřejné distribuční sítě (Typ VII)

Poznámka:

Kompletní měření pro **Typ I** a **Typ II** znamená, že modul měří přesně jako třífázový wattmetr a elektroměr. V ostatních případech, je-li použit třífázový wattmetr, se hodnota dopočítá. Pro detailní seznámení s jednotlivými typy zapojení je k dispozici příloha č. 1 Výpočty pro modul měření a analýzy střídavých veličin.

5.5. Popis technologických parametrů

Data se nadřazenému systému posílají na základě tří kritérií (překročení odchylky, překročení meze a periodické vysílání informace o velikosti práce).

První kritérium - Integrální filtr, Horní a Dolní rozsah, Maska výpočtů

Parametry **Horní a Dolní rozsah** slouží k převodu změřené normované velikosti napětí nebo proudu na fyzikální veličinu v libovolných jednotkách dle vzorce v příloze č. 1 Výpočty pro modul měření a analýzy střídavých veličin (např. pro napětí lze zadat 3500 V nebo 3,5 kV, tj. parametr 3 500 nebo 3,5). Pro výkon a práci se udává pouze měřítko. Parametr **Integrální filtr (IDK)** je kritérium v jednotkách rozsahu, které slouží k definování okamžiku vyslání dat nadřazenému systému. Principem přenosu dat je integrace odchylky od poslední odeslané hodnoty. Je-li integrovaná odchylka větší než hodnota udaná v parametru **Integrálního filtru**, odešle se aktuální hodnota. Parametr **Maska výpočtů** se používá pro blokování přenosu dat. Pro interní výpočty je vždy nutná jeho definice (např. napětí a proud, je-li požadován pouze výkon). Perioda zpracování hodnot podle prvního kritéria je 1 s. Tyto hodnoty se posílají bez časové informace.

Druhé kritérium - Horní nebo Dolní meze

Pro informování nadřazeného systému o překročení mezních stavů se používají dva parametry. Tyto parametry (**Meze**) jsou vztaheny k parametru **Horní rozsah**. Je-li parametr větší než **Horní rozsah**, bude daný parametr interpretován jako **Horní mez** a je-li menší, jako **Dolní mez**. Testování mezí se provádí po každé periodě (např. každých 20 ms pro 50 Hz) měřené veličiny (napětí, proud a frekvence) nebo s periodou výpočtů (1 s) pro dopočítávané veličiny (fáze, výkon, práce apod.). Při překročení parametru meze se k hodnotě přiřadí reálný čas systému s rozlišením na jednu milisekundu a odešle nadřazenému systému. I po překročení mezí modul dále zpracovává data dle kritérií **Integrálního filtru** nebo **Periodického vysílání**. Pro lepší analýzu poruchy je v každé periodě výpočtu porovnávána nová hodnota s předchozí maximální a je-li překročena, je nová maximální hodnota s reálným časem vyslána nadřazenému systému. Když se veličina vrátí zpět do mezí, odesílá se poslední hodnota.

Třetí kritérium - Perioda a počátek vyslání informace o velikosti práce

Odeslání informace nadřazenému systému o velikosti práce (energie) se děje s volitelnou periodou, která se synchronizuje s reálným časem v rámci periody (např. počátek 3 min. a perioda 60 min. znamená, že hodnota bude vysílána ve 3. minutě každé hodiny). Hodnotu lze průběžně dostat na žádost. Po periodickém vyslání hodnoty se v modulu tato hodnota nuluje. Třetí kritérium je optimální pro hlídání stavu energie. Pro použití modulu jako impulsního elektroměru lze programovatelná kvanta práce převést na impuls.

5.6. Příklady zadávání parametrů**Globální parametry:**

Parametr	Hodnota	Poznámka
Typ výpočtu	1..7	volba výpočtů dle fyzického zapojení vstupů dle přílohy č. 1
Perioda	0, 1..4095	není-li požadována práce, parametr není nutno zadat
Začátek periody	0..4094	není-li požadována práce, parametr není nutno zadat

Parametry pro napětí, proud:

Parametr	Hodnota	Poznámka
Číslo parametru	1..48	číslo výpočtu ve zvoleném typu dle přílohy č. 1
Dolní rozsah	REAL	REAL = číslo v plovoucí řádové čárce, typicky 0
Horní rozsah	REAL	
Integrální filtr	REAL	standardně 2..10 % horního rozsahu
Maska výpočtu	0 nebo 1	0 = použití hodnoty pouze pro interní výpočty
1. mez	REAL	ve stejných jednotkách jako rozsah (0 = mez se netestuje)
Časový filtr 1. meze	0, 10..65535	čas v ms (0 = ochrana nepoužita)
2. mez	REAL	ve stejných jednotkách jako rozsah (0 = mez se netestuje)
Časový filtr 2. meze	0, 10..65535	čas v ms (0 = ochrana nepoužita)

Parametry pro frekvenci:

Parametr	Hodnota	Poznámka
Číslo parametru	1..48	číslo výpočtu ve zvoleném typu dle přílohy č. 1
Integrální filtr	REAL	standardně 0,1..1 % horního rozsahu
Maska výpočtu	0 nebo 1	0 = použití hodnoty pouze pro interní výpočty
1. mez	REAL	v Hz (0 = mez se netestuje)
Časový filtr 1. meze	0, 10..65535	čas v ms (0 = ochrana nepoužita)
2. mez	REAL	v Hz (0 = mez se netestuje)
Časový filtr 2. meze	0, 10..65535	čas v ms (0 = ochrana nepoužita)

Parametry pro výkon, práci:

Parametr	Hodnota	Poznámka
Číslo parametru	1..48	číslo výpočtu ve zvoleném typu dle přílohy č. 1
Měřítka	-9,...,9	měřítka pro výpoč. výkon z proudů a napětí (není pro práci)
Integrální filtr	REAL	standardně 2..10 % hodnoty včetně měřítka (není pro práci)
Maska výpočtu	0 nebo 1	0 = použití hodnoty pouze pro interní výpočty
1. mez	REAL	v jednotkách parametru (0 = mez se netestuje)
2. mez	REAL	v jednotkách parametru (0 = mez se netestuje)

Ostatní parametry:

Parametr	Hodnota	Poznámka
Číslo parametru	1..48	číslo výpočtu ve zvoleném typu dle přílohy č. 1
Integrální filtr	REAL	standardně 2..10 % hodnoty
Maska výpočtu	0 nebo 1	0 = použití hodnoty pouze pro interní výpočty
1. mez	REAL	v jednotkách parametru (0 = mez se netestuje)
2. mez	REAL	v jednotkách parametru (0 = mez se netestuje)

5.7. Popis výpočtů

Pravidla pro výpočty dle přílohy č. 1 Výpočty pro modul měření a analýzy střídavých veličin:

1. Změřená hodnota fyzického vstupu (např. 0..100V, 0..5A) se převede na bezrozměrnou veličinu E_x z intervalu (0, 1).
2. H_x je označení pro libovolný vstup, který může být napěťový nebo proudový.
3. **Pokud ani jedna perioda měřeného signálu nebude v rámci měřicího cyklu (1 s) v toleranci 45..55 Hz (pro platnost stačí jedna perioda v toleranci) nebo pokud $|E_x|$ bude menší než 0,02, považuje se hodnota H_x za neplatnou. Dojde k vynulování H_x , příslušné frekvence a fáze ve všech typech výpočtů.**
4. R_{DX} a R_{HX} představují dolní a horní rozsah pro příslušný kanál, který byl definován při parametrizaci; dle těchto hodnot se E_x převede na absolutní veličinu (např. 0..6 kV, 0..500 A).
5. Proměnná „n“ představuje počet platných činitelů v daném vzorci.
6. V typech výpočtů **I..IV** představují H_0 .. H_2 napěťové vstupy a H_4 .. H_6 proudové vstupy. Tyto typy jsou pro měření na střídavých sítích komplexní, protože se měří i fáze a frekvence a dopočítává výkon a práce.
7. V typu výpočtu **V** představují H_0 .. H_2 a H_4 .. H_6 obecné vstupy, mezi nimiž nejsou vazby a tudíž se žádné hodnoty nedopočítávají.
8. V typu výpočtu **VI** představují H_0 .. H_2 a H_4 .. H_6 napěťové vstupy fázových napětí; některé napěťové hodnoty se dopočítávají.
9. Typ výpočtů **VII** dle ČSN EN 50160

Zapojení vstupů napětí a proudů na panelu:

Typ	H ₀	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	H ₅	H ₆	H ₇	Poznámka
3UI	U _{1AB}	U _{2AB}	U _{3AB}		I _{4AB}	I _{5AB}	I _{6AB}		
2U4I	U _{1AB}	U _{2AB}			I _{3AB}	I _{4AB}	I _{5AB}	I _{6AB}	
6U	U _{1AB}	U _{2AB}	U _{3AB}		U _{4AB}	U _{5AB}	U _{6AB}		
6I	I _{1AB}	I _{2AB}	I _{3AB}		I _{4AB}	I _{5AB}	I _{6AB}		

Jednotlivé typy výpočtů dle zapojení napětí a proudů:

Typ	H ₀	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	H ₅	H ₆	H ₇	Poznámka
I	U _{f1}	U _{f2}	U _{f3}		I _{f1}	I _{f2}	I _{f3}		fázová napětí
	U ₁₂	U ₃₂	U ₃₁		I _{f1}	I _{f3}	I _{f2}		sdužená napětí (Aron)
II	U ₀₁₂	U ₀₃₂			I _{0f1}	I _{0f3}			dvě měření v Aronu
			U ₁₁₂	U ₁₃₂			I _{1f1}	I _{1f3}	pro sdužená napětí
	U ₀₁₁₂	U ₀₁₃₂	U ₀₁₂	U ₀₃₂	I _{0f1}	I _{0f3}	I _{1f1}	I _{1f3}	pro 6 vstupů-2U4I
III	U _{0f1}	U _{0f2}			I _{0f1}	I _{0f2}			dvě omezená měření
			U _{1f1}	U _{1f2}			I _{1f1}	I _{1f2}	pro fázová napětí
	U _{01f1}	U _{01f2}	U _{01f1}	U _{01f2}	I _{0f1}	I _{0f2}	I _{1f1}	I _{1f2}	pro 6 vstupů-2U4I
IV	U ₀₁₂	U _{0f1}			I _{0f1}	I _{0f2}			dvě omezená měření
			U ₁₁₂	U _{1f1}			I _{1f1}	I _{1f2}	pro jedno sduž. napětí
	U ₀₁₁₂	U _{01f1}	U ₀₁₁₂	U _{01f1}	I _{0f1}	I _{0f2}	I _{1f1}	I _{1f2}	pro 6 vstupů-2U4I
V	H ₀	H ₁	H ₂		H ₄	H ₅	H ₆		volitel.vstup(U nebo I)
VI	U _{f1}	U _{f2}	U _{f3}						dvě měření pouze pro
					U _{f1}	U _{f2}	U _{f3}		fázová napětí

Poznámka:

1. Aronovo zapojení pro měření výkonu je vztaženo pro **uzel 2** a tedy $U_{32} = -U_{23}$.
2. Při zapojení svorky I_A jako vstupujícího proudu a I_B jako vystupujícího proudu bude wattmetr měřit výkon v prvním kvadrantu.
3. Pro zapojení typu **II, III, IV** a **VII** lze použít modul v kombinaci dvou napěťových a čtyř proudových vstupů, jsou-li pro všechna měření **stejná napětí** (U₀₁ pro I₀, I₁ a U₂₃ pro I₂, I₃).

5.8. Technické parametry

<i>Počet vstupů:</i>	6 (galvanicky oddělených)
<i>Varianty vstupů:</i>	3 napětí a 3 proudy, 6 napětí, 6 proudů
<i>Jmenovité napětí:</i>	100/ $\sqrt{3}$ V, 100V DC, AC (napěťový převod může být dle spec. uživatele)
<i>Vstupní rozsah:</i>	2..200 % jmenovité hodnoty
<i>Chyba měření napětí:</i>	$\pm 0,2$ % max. v rozsahu vstupních hodnot 10..120 %
<i>Teplotní koeficient:</i>	± 110 ppm
<i>Impedance nap. vstupu:</i>	29 k Ω min. (50 Hz)
<i>Příkon nap. vstupu:</i>	0,12 W (50 Hz, jmenovité napětí 100/ $\sqrt{3}$ V) 0,35 W (50 Hz, jmenovité napětí 100V)
<i>Přetížení nap. vstupů:</i>	2 U_n (trvale), 500 V (30 s)
<i>Jmenovitý proud:</i>	1 A, 5 A AC (proudový převod může být dle spec. uživatele)
<i>Vstupní rozsah:</i>	2..200 % jmenovité hodnoty
<i>Chyba měření proudů:</i>	$\pm 0,2$ % max. v rozsahu vstupních hodnot 10..120 %
<i>Teplotní koeficient:</i>	± 70 ppm
<i>Impedance proud. vstupu:</i>	0,03 Ω max. (50 Hz)
<i>Přetížení proud. vstupů:</i>	2 I_n (trvale), 100 A (10 s), 150 A (2 s)
<i>Rozsah měření frekvence:</i>	45..65 Hz
<i>Max. chyba frekvence:</i>	$\pm 0,05$ Hz
<i>Rozsah měření fáze:</i>	$\pm 180^\circ$
<i>Max. chyba fáze:</i>	$\pm 0,2^\circ$ v rozsahu vstupních hodnot 10..120 %
<i>Max. chyba výkonu:</i>	$\pm 0,5$ % v rozsahu vstupních hodnot 10..120 %
<i>Příkon modulu:</i>	3 W max.
<i>Uživatelský konektor:</i>	2x Weidmüller STV S 6 SS (DPS) 2x Weidmüller STV S 6 SB (protikus) 2x Weidmüller STVS 6 ZESW (držák) (princip šroubových spojů)
<i>Napěťová ochrana:</i>	
<i>Počet článků:</i>	4 pro podpěťovou nebo 4 pro nadpěťovou nebo jejich kombinace
<i>Nastavení mezí:</i>	dle rozsahu vstupních hodnot parametrů
<i>Počet měřicích cyklů:</i>	min. 1 perioda
<i>Časové zpoždění:</i>	min. 1ms + počet měřicích cyklů
<i>Frekvenční ochrana:</i>	
<i>Počet článků:</i>	4 pro nadfrekvence nebo 4 pro podfrekvence nebo jejich kombinace
<i>Nastavení mezí:</i>	dle rozsahu vstupních hodnot parametrů
<i>Počet měřicích cyklů:</i>	min. 1 perioda
<i>Časové zpoždění:</i>	min. 1ms + počet měřicích cyklů
<i>Nadproudová ochrana:</i>	
<i>Počet článků:</i>	4 pro nadproud
<i>Nastavení mezí:</i>	dle rozsahu vstupních hodnot parametrů
<i>Počet měřicích cyklů:</i>	min. 1 perioda
<i>Časové zpoždění:</i>	min. 1ms + počet měřicích cyklů
<i>Vstupní rozsah:</i>	0,04..40 I_n

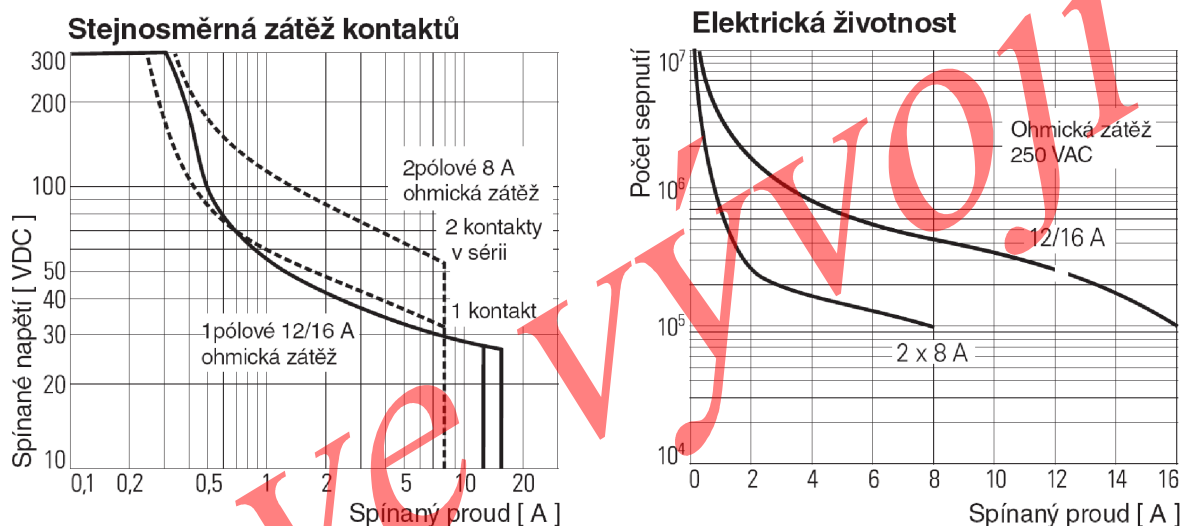
Zemní ochrana:

Počet článků: 4 povelové
 Nastavení U_0 a I_0 : dle rozsahu vstupních hodnot parametrů
 Nastavení T_1 a T_2 : dle rozsahu vstupních hodnot parametrů

Reléové výstupy:

Počet výstupů: 4 povelová relé
 Rozlišovací schopnost: 1,0 ms
 Max. spínací napětí: 440 VAC
 Max. spínací proud: 16 A
 Max. spínaný výkon: 4000 VAAC
 Životnost kontaktů: 30000 sepnutí (250 VAC, 16 A)
 Typ: SCHRACK RT314024 (nebo ekvivalent)
 Uživatel'ský konektor: 1 x WAGO 231-538/001-000 (na DPS)
 1 x WAGO 231-308/026-000 (protikus)

Graf. závislosti zátěže a životnosti relé (12/16A):

**Binární vstupy:**

Počet vstupů: 4, galvanicky oddělené
 Použité vstupy: pasivní
 Použité kontakty: aktivní
 Indikace: LED dioda pro každý binární vstup
 Minimální délka pulsu: 1 ms
 Přesnost měření: 1 ms
 Vstupní rozsah: 24 V, 48 V, 60 V, 110 V (230 V) nominální
 Tabulka rozsahů:

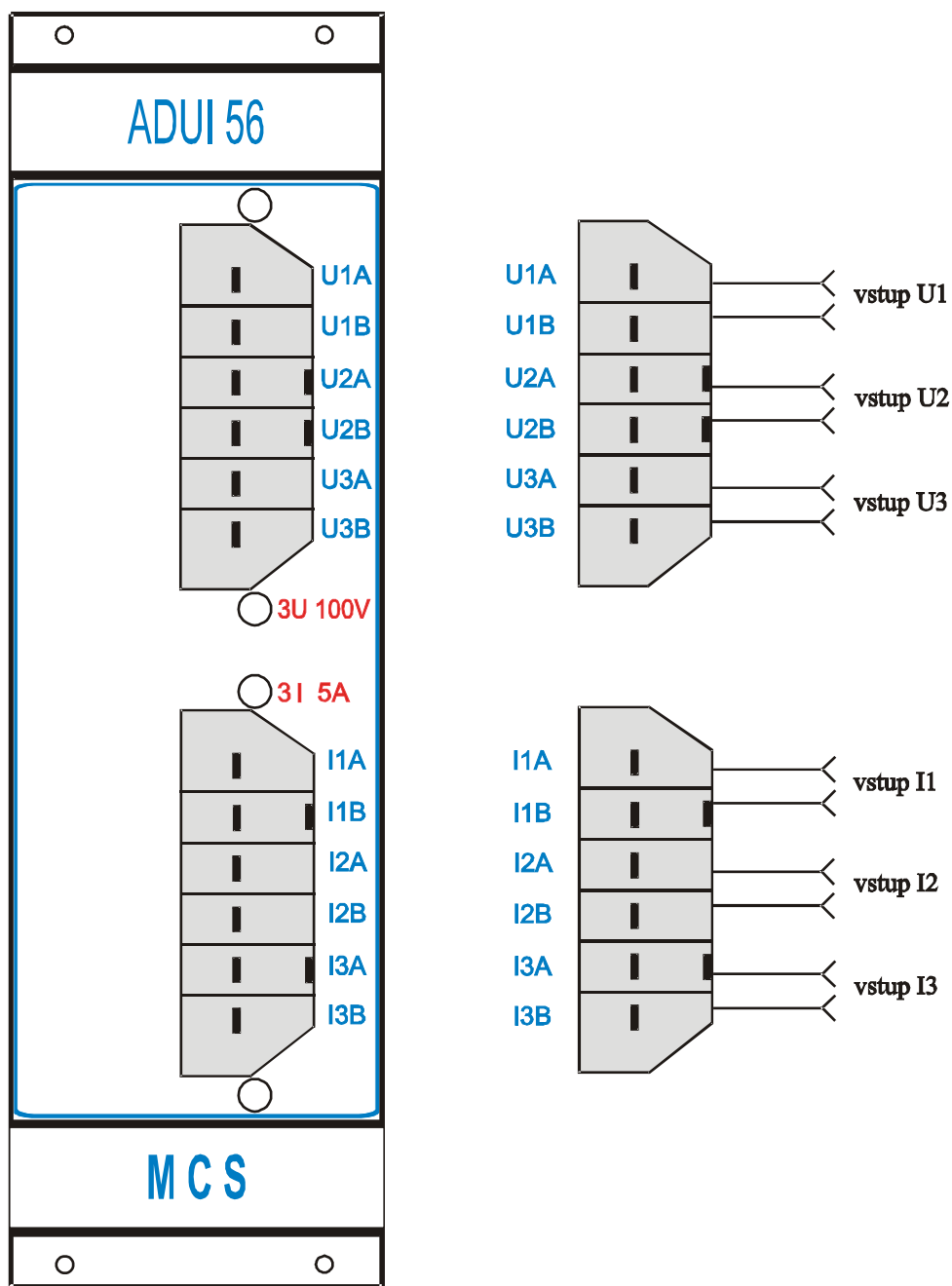
Nominální napětí U_{nom} [V]	Zatížení vstupu I_{nom} [mA]	Minimální napětí U_{min} [V]	Maximální napětí U_{max} [V]
24	6	10	35
48	3,2	20	68
60	2,5	28	84
110	1,4	72	154

Impedance vstupu: dle hodnoty vstupního napětí (proudový zdroj)

<i>Přetížení pro vstupy:</i>	140 % vstupního rozsahu (trvale)
<i>Uživatelský konektor:</i>	1 x WAGO 231-535/001-000 (na DPS) 1 x WAGO 231-305/026-000 (protikus)
<i>Ochrana krytím:</i>	IP 50B (jako součást MCS2 systému)
<i>Galvanické oddělení:</i>	<i>vstup proti krytu</i> 4000 V _{ef} (50 Hz, 30 s) <i>mezi napěťovými vstupy</i> 4000 V _{ef} (50 Hz, 30 s) <i>mezi proudovými vstupy</i> 4000 V _{ef} (50 Hz, 30 s)
EMC – odolnost:	
<i>Elstat. výboj:</i>	+/- 4 kV, +/- 2 kV (krit. A ČSN EN 61000-4-2)
<i>Elmag. pole:</i>	10 V/m, 80..1000 MHz, AM 80 %, 1 kHz, polarizace horiz. a vert. (krit. A ČSN EN 61000-4-3)
<i>Skupiny impulsů:</i>	+/- 2 kV (+/- ss nap.), +/- 1 kV (kapacitně) šířka 15 ms, perioda 300 ms, opak. kmit. 5 kHz, doba trvání 1 min. (krit. A ČSN EN 61000-4-4)
<i>Rázová nap. vlna:</i>	+/- 1 kV, +/- 0,5 kV (+/- ss. nap. – PE, sig. vodiče - PE) +/- 0,5 kV (+ - - ss. nap.) tvar +/- 1,2/50 μs nap. napr., +/- 8/20 μs pr. nakr., 5 rázů, int. 10 s (krit. A ČSN EN 61000-4-5)
<i>Vedené elmag. rušení:</i>	10 V, 150 kHz..80 MHz, AM 80 %, 1 kHz (krit. A ČSN EN 61000-4-6)
<i>Teplotní rozsah:</i>	0..+70°C, se zaručenou přesností +20..+50°C
<i>Barometrický tlak:</i>	86..106 kPa
<i>Relativní vlhkost:</i>	25..75 % (bez kondenzace)
<i>Rozměr čelního panelu:</i>	172,8 x 50,4 mm (dvě pozice)
<i>Rozměr plošného spoje:</i>	144,8 x 132,7 mm
<i>Varianty modulů:</i>	MCS2-ADUI56/3UI/x (měření 3 napětí a 3 proudů) MCS2-ADUI56/6U/x (měření 6 napětí) MCS2-ADUI56/6I/x (měření 6 proudů) MCS2-PROTECTION/x (modul ochrany pro měření 3U a 3I) MCS2-ADUI56/A/3UI/x (modul analyzátoru sítě, měření 3U a 3I) MCS2-ADUI56/A/6U/x (modul analyzátoru sítě, měření 6U) MCS2-ADUI56/A/6I/x (modul analyzátoru sítě, měření 6I) x definuje vstupní napěťový / proudový rozsah v kombinacích 57,7V (100/√3V), 100V , 1A , 5A nebo dle specifikace uživatele; např.: MCS2-ADUI56/3UI/57,7V5A MCS2-ADUI56/6I/1A
<i>Firmware:</i>	- umožňuje veškerá měření včetně ošetření překročení mezních hodnot vypočtených z naměřených hodnot - P, Q, cos φ, S, AP, AQ - pro monitorování třífázové sítě 50 (60) Hz, - umožňuje předávat veškerá potřebná měření pomocí integrálního kritéria s časovou informací a komunikuje dle protokolu časových změn s rozlišením na 1 ms, - umožňuje pro konkrétní aplikaci SW parametrizaci každého vstupu včetně rozsahu napětí a proudu, ze kterých je možno specifikovat další uživatelské výpočty;

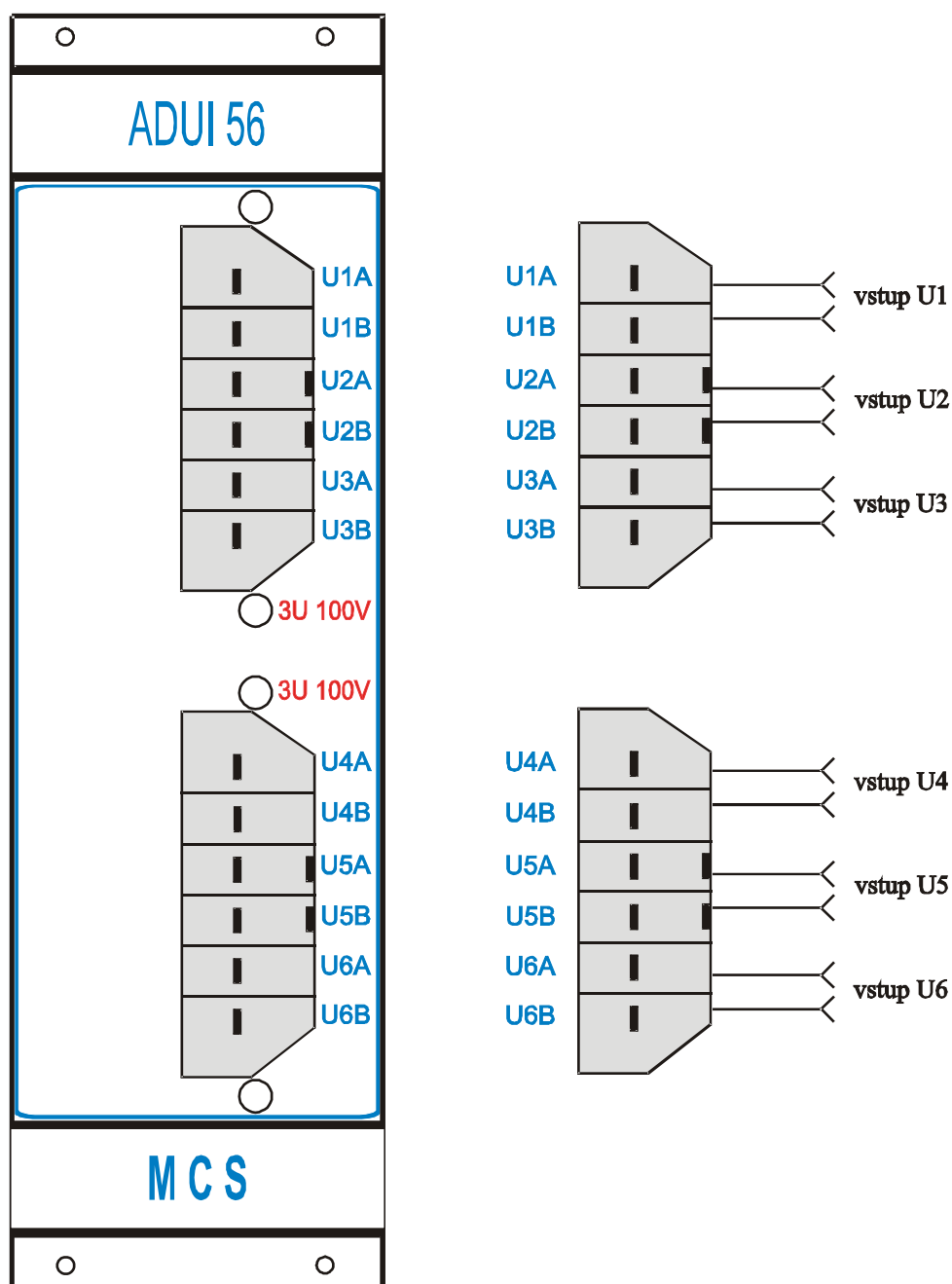
5.9. Technologické výkresy

Technologický výkres zapojení konektorů modulu MCS2-ADUI56/3UI:



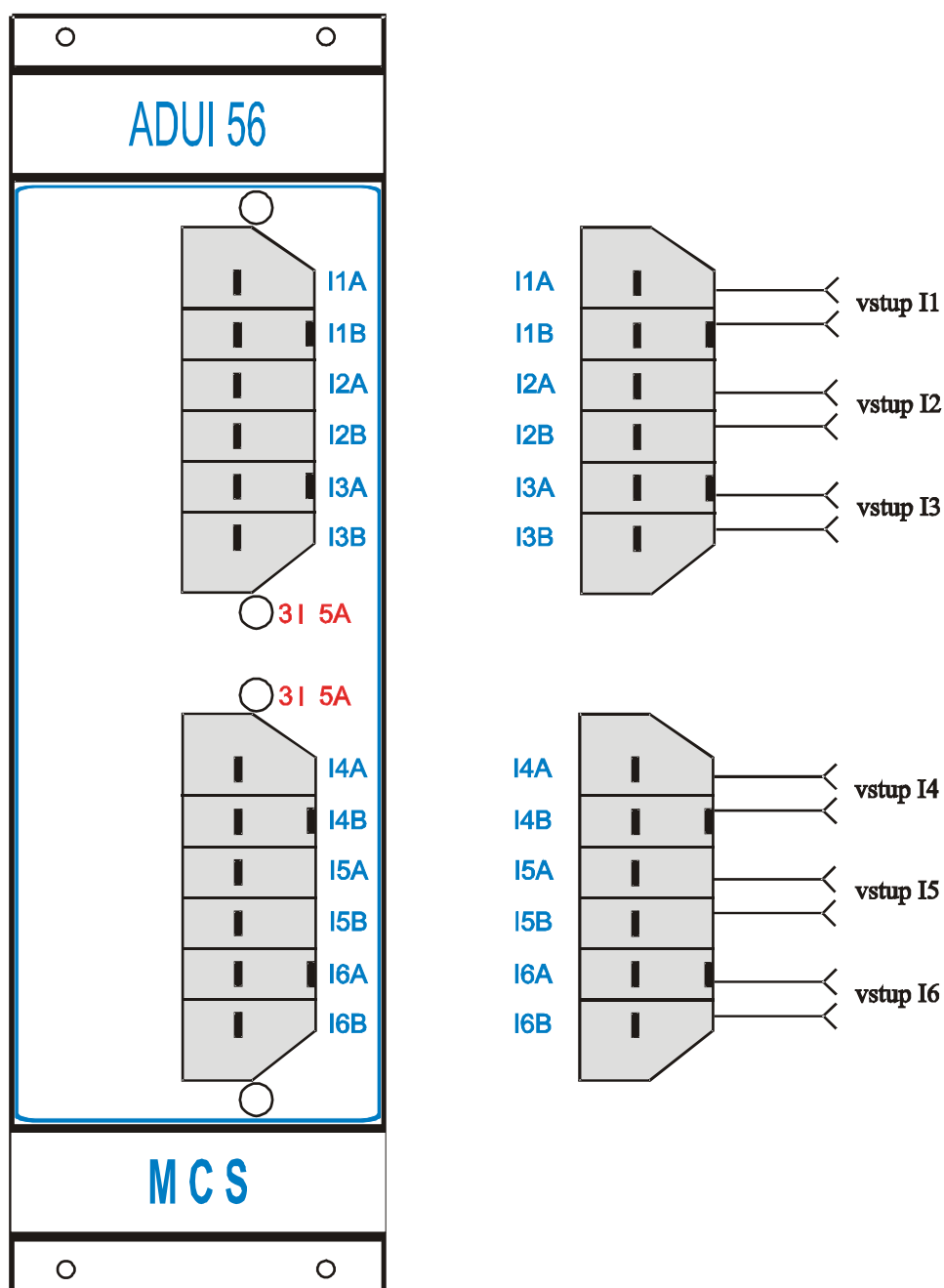
Klíčování konektoru Weidmüller STV S 6 SB: U2A, U2B, I1B, I3A (zámky)

Technologický výkres zapojení konektorů modulu MCS2-ADUI56/6U:



Klíčování konektoru Weidmüller STV S 6 SB: U2A, U2B, U5A, U5B (zámky)

Technologický výkres zapojení konektorů modulu MCS2-ADUI56/6I:



Klíčování konektoru Weidmüller STV S 6 SB: I1B, I3A, I4B, I6A (zámky)

6. MODUL MĚŘENÍ STEJNOSMĚRNÝCH VELIČIN DCUI900

MCS2-DCUI900 je modul sloužící k přesnému měření stejnosměrných napětí a proudů. Deset galvanicky oddělených vstupů lze libovolně konfigurovat dle konkrétní specifikace uživatele.

6.1. Hardware

Měřicí procesor provádí nepřetržité, kontinuální měření veličin. Každý cyklus měření lze testovat na mezní stavy a přiřadit k nim v případě překročení stanovené meze reálný čas systému s rozlišením na 1 ms. Vlastní měření je průměrem všech hodnot měření za časovou jednotku, která je volena jako násobek periody 50 (60) Hz sítě a zároveň tak slouží jako účinný filtr pro potlačení případného střídavého rušení.

6.2. Software

Princip přenosu dat nadřazenému systému se uskutečňuje na základě tří kritérií (překročení odchylky, překročení meze a periodické vysílání informace o velikosti práce) a je shodný s popisem pro modul **MCS2-ADUI56**.

6.3. Popis výpočtů

Pravidla pro výpočty:

1. Změřená hodnota fyzického vstupu se převede na bezrozměrnou veličinu E_x z intervalu (0, 1) nebo (± 1).
2. H_x je označení pro libovolný vstup, který může být napěťový nebo proudový.
3. R_{DX} a R_{HX} představují dolní a horní rozsah pro příslušný kanál, který byl definován při parametrizaci; dle těchto hodnot se E_x převede na absolutní veličinu (např. 0..6 kV, - 60..+120 °C).

Popis výpočtů:

0. $H_0 = R_{D0} + E_0 * (R_{H0} - R_{D0})$
1. $H_1 = R_{D1} + E_1 * (R_{H1} - R_{D1})$
2. $H_2 = R_{D2} + E_2 * (R_{H2} - R_{D2})$
3. $H_3 = R_{D3} + E_3 * (R_{H3} - R_{D3})$
4. $H_4 = R_{D4} + E_4 * (R_{H4} - R_{D4})$
5. $H_5 = R_{D5} + E_5 * (R_{H5} - R_{D5})$
6. $H_6 = R_{D6} + E_6 * (R_{H6} - R_{D6})$
7. $H_7 = R_{D7} + E_7 * (R_{H7} - R_{D7})$
8. $H_8 = R_{D8} + E_8 * (R_{H8} - R_{D8})$
9. $H_9 = R_{D9} + E_9 * (R_{H9} - R_{D9})$
10. $P_0 = H_0 * H_5 * R_{H10}$
11. $P_1 = H_1 * H_6 * R_{H11}$
12. $P_2 = H_2 * H_7 * R_{H12}$
13. $P_3 = H_3 * H_8 * R_{H13}$
14. $P_4 = H_4 * H_9 * R_{H14}$
15. $A_0 = \int P_0 * R_{H15} * dt$
16. $A_1 = \int P_1 * R_{H16} * dt$
17. $A_2 = \int P_2 * R_{H17} * dt$
18. $A_3 = \int P_3 * R_{H18} * dt$
19. $A_4 = \int P_4 * R_{H19} * dt$

6.4. Technické parametry

Počet kanálů:	10
Rozlišení:	12 bitů
Vstupní napětí:	± 24, 48, 60, 110, 230 V
Vstupní proud:	± 5 mA, ± 20 mA, 4..20 mA
Volba vstupních veličin:	libovolná kombinace napětí a proudů (HW definováno během výroby)
Teplotní rozsah:	0..+70 °C, se zaručenou přesností +20..+50 °C
Barometrický tlak:	86..106 kPa
Relativní vlhkost:	25..75 % (bez kondenzace)
Rozměr čelního panelu:	172,8 x 25,1 mm
Rozměr plošného spoje:	144,8 x 132,7 mm

Firmware: umožňuje předávat veškerá potřebná měření pomocí integrálního kritéria s časovou informací, komunikuje dle protokolu časových změn s rozlišením 1 ms. Modul umožňuje pro konkrétní aplikaci SW parametrizaci každého vstupu včetně rozsahu napětí a proudů, ze kterých je možno specifikovat další uživatelské výpočty.

Poznámka: Po dohodě lze dodat i jiné vstupní rozsahy napětí a proudů.

7. MODUL NAPÁJECÍHO ZDROJE PWR

MCS2-PWR poskytuje stabilní, galvanicky oddělené napájecí a záložní napětí +24V, které se distribuje prostřednictvím posílených vodičů sběrnice **MCS2-BUS**. K aktivaci osazeného záložního zdroje dochází automaticky. Aktuální stav modulu je hlášen stavovým protokolem **MCS2**. Uživateli je přístupná vícestavová LED dioda, indikující provozní stavy.

7.1. Hardware

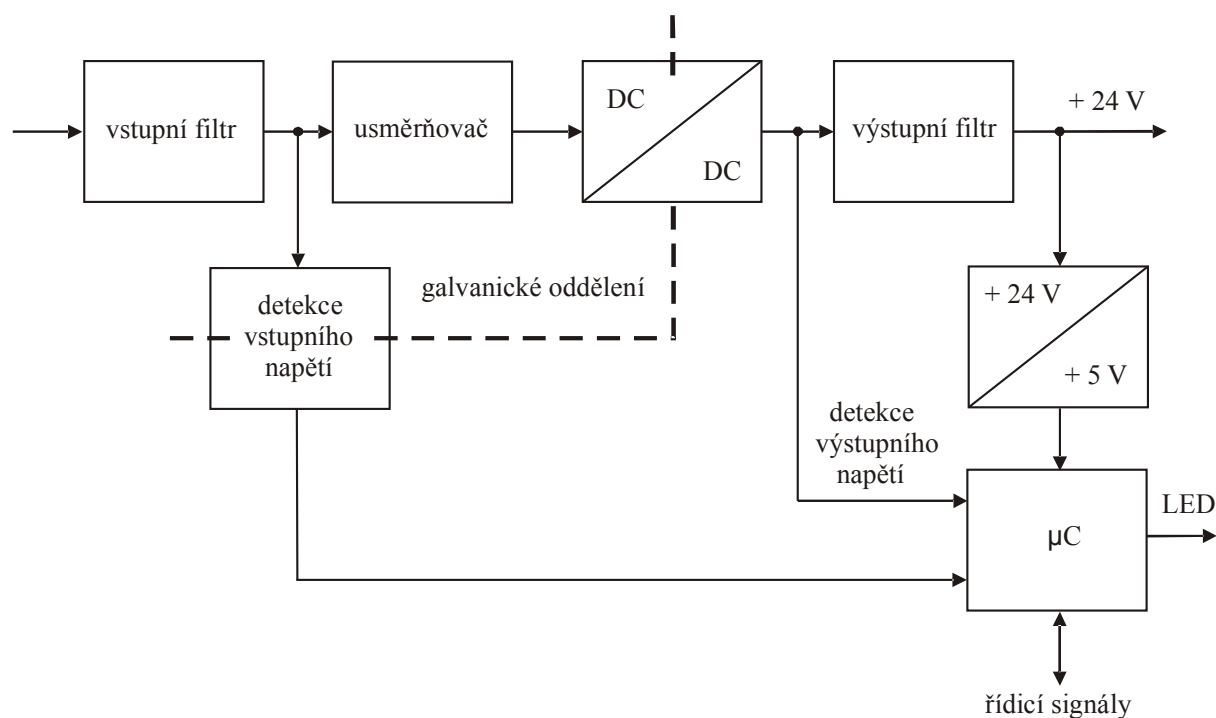
Modul je realizován s galvanickým oddělením mezi vstupem a výstupem pomocí spínaného zdroje řízeného procesorem. V systému **MCS2** je modul napájení samostatnou částí a není sdružen s jiným modulem jako ve starším systému. **MCS2-PWR** se osazuje na nultou pozici sběrnice **MCS2-BUS**. V tomto případě plní funkci primárního napájecího modulu. Pokud je další karta **MCS2-PWR** osazena na libovolné pozici sběrnice určené kartám slave, slouží jako záložní napájecí zdroj. Na první pozici sběrnice nelze modul osadit z důvodu vyhrazeného místa pro kartu master. Do jedné vany lze osadit maximálně dva moduly napájecího zdroje, primární a volitelný záložní.

MCS2-PWR je určen do rozvodných sítí daného napájecího napětí, které lze pro účely projektování vybrat z pěti nabízených rozsahů. Vzhledem k tomu, že všechny typy desek jsou vybaveny usměrňovačem s kapacitním filtrem, lze moduly napájet i střídavým napětím. V případě použití stejnosměrného vstupního napětí nezáleží na jeho polaritě. Periferní rozhraní, které modul poskytuje, je realizováno pomocí vícestavové LED diody, umožňující jednoduchou kontrolu provozního stavu **MCS2-PWR**.

Význam indikovaných stavů LED STATE pro primární a záložní zdroj:

LED (prim.)	LED (zálož.)	stav modulu
nesvítí	nesvítí	modul není pod napětím
zelená	oranžová	primární zdroj s připravenou zálohou
zelená	červená	primární zdroj, záloha bez napětí
zelená	červená bliká	primární zdroj, porucha záložního zdroje
červená	zelená	primární bez napětí, běží záloha
červená bliká	zelená	porucha primárního zdroje, běží záloha
červená bliká	červená bliká	přetížení zdrojů nebo jejich porucha

Blokové schéma:



7.2. Software

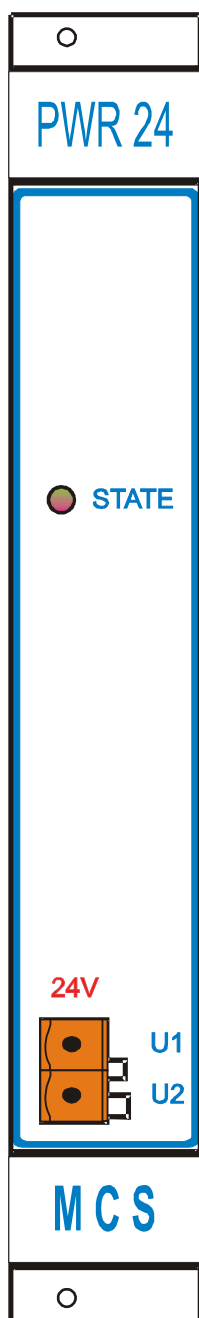
SW návrh modulu umožňuje efektivním způsobem řešit zálohování napájecího napětí vany **MCS2-CASE**. Záložní napájecí zdroj automaticky zajišťuje funkčnost systému při poklesu napětí v jednotce **MCS2** vlivem výpadku hlavního napájecího rozvodu zdroje na první pozici s možností hlášení stavu (aktivní/neaktivní) prostřednictvím stavového protokolu **MCS2**. Minimální čas zpoždění při přechodu jednotky **MCS2** na záložní napájecí zdroj zajišťuje nepřetržitý provoz stanice. Po obnovení dodávky z hlavního rozvodu přebírá primární napájecí zdroj svou funkci automaticky zpět. Pokud jednotka **MCS2** podporuje bezdrátovou komunikaci, může být informace o ztrátě a obnovení hlavního rozvodu napájení hlášena SMS zprávou. Záložní modul se aktivuje také v případě poruchy primárního zdroje **MCS2-PWR**. V případě ztráty napájecího napětí se modulům osazeným ve vaně okamžitě předává informace o vzniklé situaci. Vícestavová LED dioda informuje uživatele o aktuálních provozních stavech napájecího zdroje.

7.3. Technické parametry

<i>Nominální vstupní napětí:</i>	24, 48, 60, 110, 230 V (DC, AC _{ef})
<i>Tolerance vstupního nap.:</i>	PWR/24: 18..36 V PWR/48: 36..72 V PWR/60: 45..100 V PWR/110: 66..160 V PWR/230: 100..375 V
<i>Výstupní napětí:</i>	24 V DC
<i>Tolerance výst. napětí:</i>	± 5 % (+22,8..+25,2 V)
<i>Zvlnění výst. napětí:</i>	100 mV max.
<i>Výstupní výkon:</i>	50 W
<i>Zaručený výkon zdroje:</i>	pro min. 85 % nominální hodnoty vstupního napětí
<i>Příkon zdroje:</i>	60 W max.
<i>Odolnost proti zkratu:</i>	trvalá
<i>Zpoždění záložního zdroje:</i>	pro plnou zátěž bez zpoždění
<i>Indikace provozních stavů:</i>	LED STATE 5-stavová (nesvítí, zelená, červená, oranžová, bliká)
<i>Uživatelský konektor:</i>	1 x WAGO 231-532/001-000 (na DPS) 1 x WAGO 231-302/026-000 (protikus)
<i>Ochrana krytím:</i>	IP 50B (jako součást MCS2 systému)
<i>Galvanické oddělení:</i>	vstup proti krytu 3750 V _{ef} (50 Hz, 30 s)
EMC – odolnost:	
<i>Elstat. výboj:</i>	+/- 4 kV, +/- 2 kV (krit. A ČSN EN 61000-4-2)
<i>Elmag. pole:</i>	10 V/m, 80..1000 MHz, AM 80 %, 1 kHz, polarizace horiz. a vert. (krit. A ČSN EN 61000-4-3)
<i>Skupiny impulsů:</i>	+/- 2 kV (+/- ss nap.), +/- 1 kV (kapacitně) šířka 15 ms, perioda 300 ms, opak. kmit. 5 kHz, doba trvání 1 min. (krit. A ČSN EN 61000-4-4)
<i>Rázová nap. vlna:</i>	+/- 1 kV, +/- 0,5 kV (+/- ss. nap. – PE, sig. vodiče - PE) +/- 0,5 kV (+ - - ss. nap.) tvar +/- 1,2/50 μs nap. napr., +/- 8/20 μs pr. nakr., 5 rázů, int. 10 s (krit. A ČSN EN 61000-4-5)
<i>Vedené elmag. rušení:</i>	10 V, 150 kHz..80 MHz, AM 80 %, 1 kHz (krit. A ČSN EN 61000-4-6)
<i>Teplotní rozsah:</i>	0..+70°C
<i>Barometrický tlak:</i>	86..106 kPa
<i>Relativní vlhkost:</i>	25..75 % (bez kondenzace)
<i>Rozměr čelního panelu:</i>	172,8 x 25,1 mm
<i>Rozměr plošného spoje:</i>	144,8 x 132,7 mm
<i>Varianty modulů:</i>	MCS2-PWR/x x definuje nominální vstupní napětí 24 V (24), 48 V (48), 60 V (60), 110 V (110), 230 V (230)

7.4. Technologické výkresy

Technologický výkres zapojení konektorů modulu MCS2-PWR/24:



Klíčování konektoru WAGO 231-302/026-000 - pin 1 (U1) a 2 (U2) háčky

8. POPIS VAN (CASE)

Vana **MCS2-CASE** umožňuje vzhledem k použité sběrnici **MCS2-BUS** fyzické propojení jednotlivých zásuvných modulů systému **MCS2**.

8.1. Hardware

Vana **MCS2-CASE** díky svému modulárnímu řešení umožňuje projektování velmi širokého sortimentu van s různým počtem modulů. Rozměr panelu základního modulu (1-modulu) je 25,1 x 172,8 mm. Pro konstrukci složitějších obvodů (např. **ADUI56**) se využívá dvojnásobná šířka modulu (2-modul). Každý z modulů obsahuje na jedné straně sběrnice konektor a na protilehlé straně uživatelské rozhraní a vizualizační prvky. Moduly se do stavebnice připojují pomocí panelu, který je k vaně přichycen dvěma (čtyřmi) šrouby. Šroubové spojení zajišťuje galvanické spojení čelního panelu se zemní svorkou. Takto lze dosáhnout vhodného stínění na čelní straně. Systém **MCS2** je postaven bez jediného nastavovacího prvku (kromě identifikačního přepínače DIP na modulu **MCS2-MAS900**).

Dle počtu slotů lze použít 8-mi pozicovou (1 zdroj, 1 master, 6 slave) nebo 16-ti pozicovou (1 zdroj, 1 master, 14 slave) sběrnici. Po dohodě lze dodat vany i s jiným počtem pozic. Nultá pozice v každé **MCS2-CASE** může být obsazena pouze modulem zdroje, nelze zde použít kartu master ani žádný z modulů slave. První pozice na sběrnici je vyhrazena výhradně kartě master. Všechna zbylá místa je možno osadit moduly slave, jejichž pozice ve vaně je jednoznačně HW určena. Pokud je další napájecí zdroj umístěn na libovolnou pozici karty slave na sběrnici, plní funkci záložního zdroje pro tímto způsobem zálohovaný zdroj na první pozici. Do jedné vany lze osadit maximálně dva moduly napájecího zdroje, primární a volitelný záložní. Nevyužité pozice v **MCS2-CASE** se opatřují záslepkou.

8.2. Software

Umístěním modulu do určité pozice ve vaně vznikne jednoznačná adresa složená ze dvou prvků - *identifikačního čísla modulu* a *čísla pozice*, do níž je modul umístěn. Tuto adresu pak používá programové vybavení systému k bezkonfliktní obsluze. Číslo pozice je nutno respektovat při projektování systému, ve kterém je použito více modulů stejného typu.

8.3. Technické parametry

<i>Počet pozic:</i>	8 (1 zdroj, 1 master, 6 slave) 16 (1 zdroj, 1 master, 14 slave) po dohodě lze dodat vany i s jiným počtem pozic
<i>Komunikace:</i>	M-LVDS
<i>Přenosová rychlost:</i>	480 kBps
<i>Ochrana krytím:</i>	IP 50B (jako součást systému MCS2)
EMC – odolnost:	
<i>Elstat. výboj:</i>	+/- 4 kV, +/- 2 kV (krit. A ČSN EN 61000-4-2)
<i>Elmag. pole:</i>	10 V/m, 80..1000 MHz, AM 80 %, 1 kHz, polarizace horiz. a vert. (krit. A ČSN EN 61000-4-3)
<i>Skupiny impulsů:</i>	+/- 2 kV (+/- ss nap.), +/- 1 kV (kapacitně) šířka 15 ms, perioda 300 ms, opak. kmit. 5 kHz, doba trvání 1 min. (krit. A ČSN EN 61000-4-4)

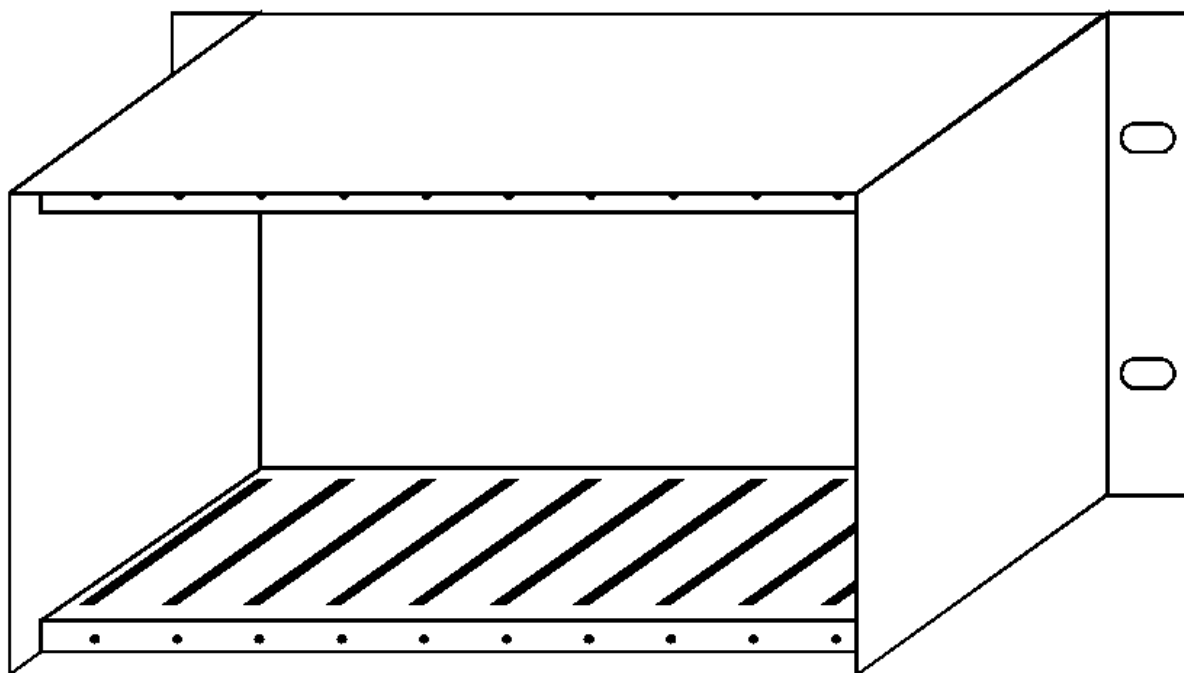
8. POPIS VAN (CASE)

<i>Rázová nap. vlna:</i>	+/- 1 kV, +/- 0,5 kV (+/- ss. nap. – PE, sig. vodiče - PE) +/- 0,5 kV (+ - - ss. nap.) tvar +/- 1,2/50 µs nap. napr., +/- 8/20 µs pr. nakr., 5 rázů, int. 10 s (krit. A ČSN EN 61000-4-5)
<i>Vedené elmag. rušení:</i>	10 V, 150 kHz..80 MHz, AM 80 %, 1 kHz (krit. A ČSN EN 61000-4-6)
<i>Teplotní rozsah:</i>	0..+70°C
<i>Barometrický tlak:</i>	86..106 kPa
<i>Relativní vlhkost:</i>	25..75 % (bez kondenzace)
<i>Rozměr vany (8 pozic):</i>	279,4 mm x 177 mm x 181,5 mm (Š x V x H) – viz nákres
<i>Rozměr vany (16 pozic):</i>	482,6 mm x 177 mm x 181,5 mm (Š x V x H) – viz nákres
<i>Varianty modulů:</i>	MCS2-CASE/B8 MCS2-CASE/B16 MCS2-CASE/F8 MCS2-CASE/F16
	B definuje zadní uchycení, F definuje přední uchycení 8 (8 pozic), 16 (16 pozic)

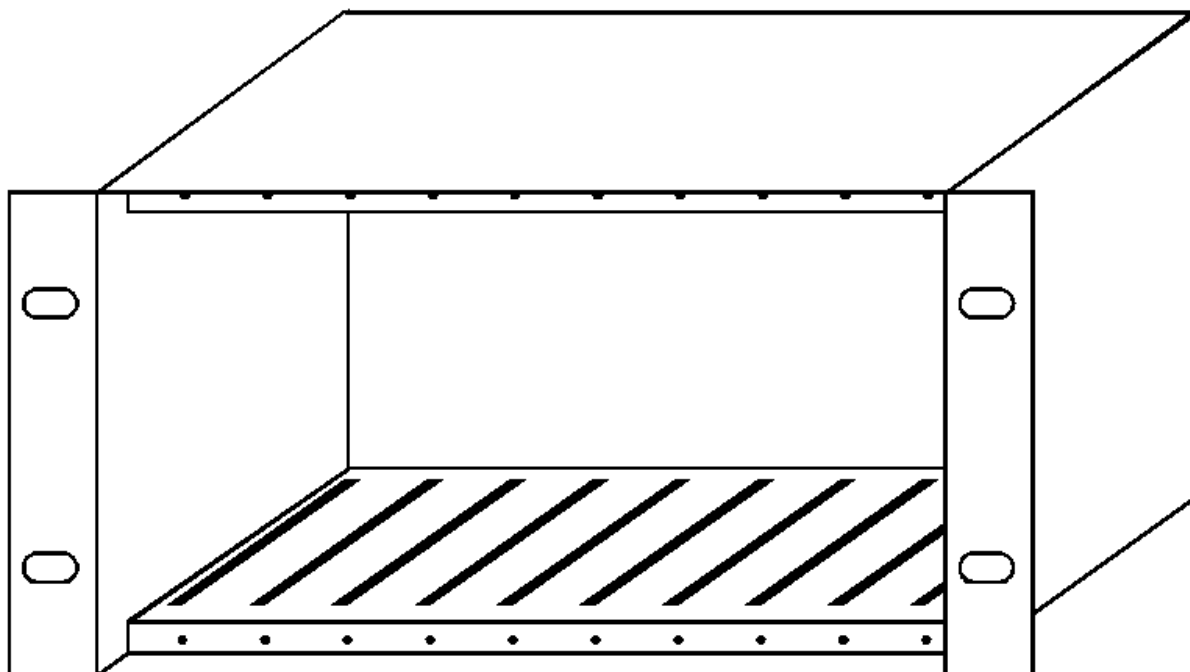
MCS2-CASE musí být uzemněn prostřednictvím uzemňovacího šroubu, který je součástí každé vany.

8.4. Technologické výkresy

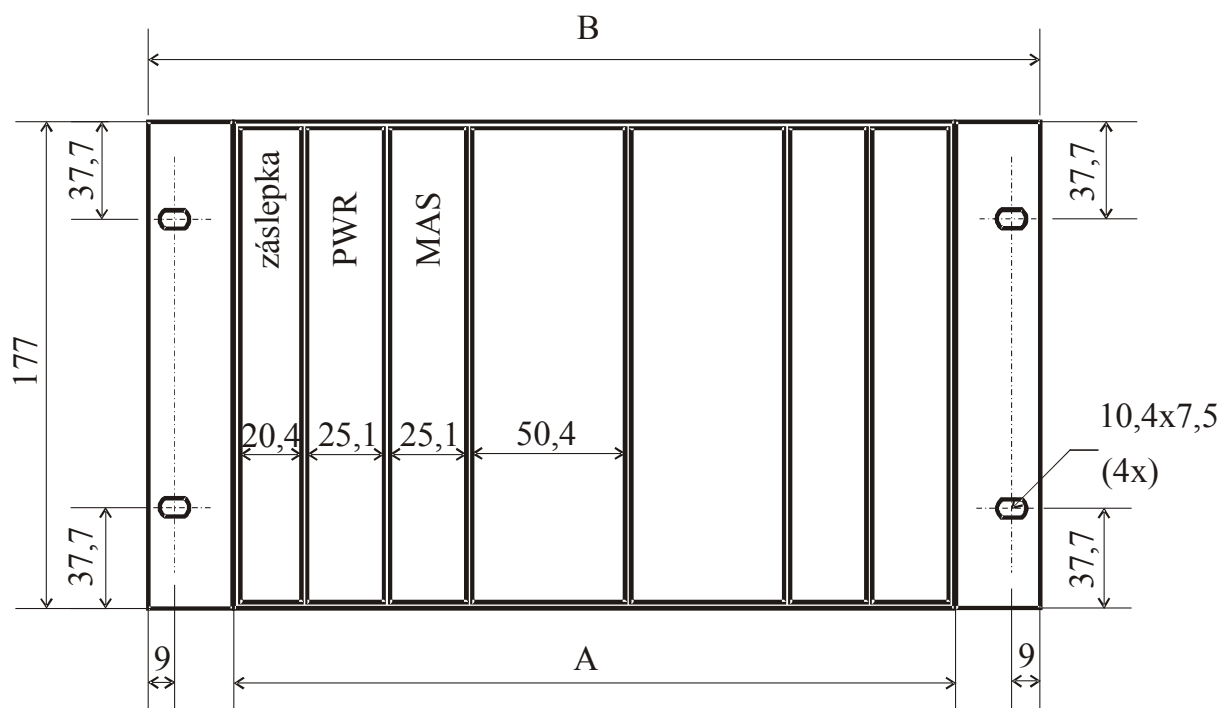
Zadní uchycení MCS2-CASE/B (Backward):



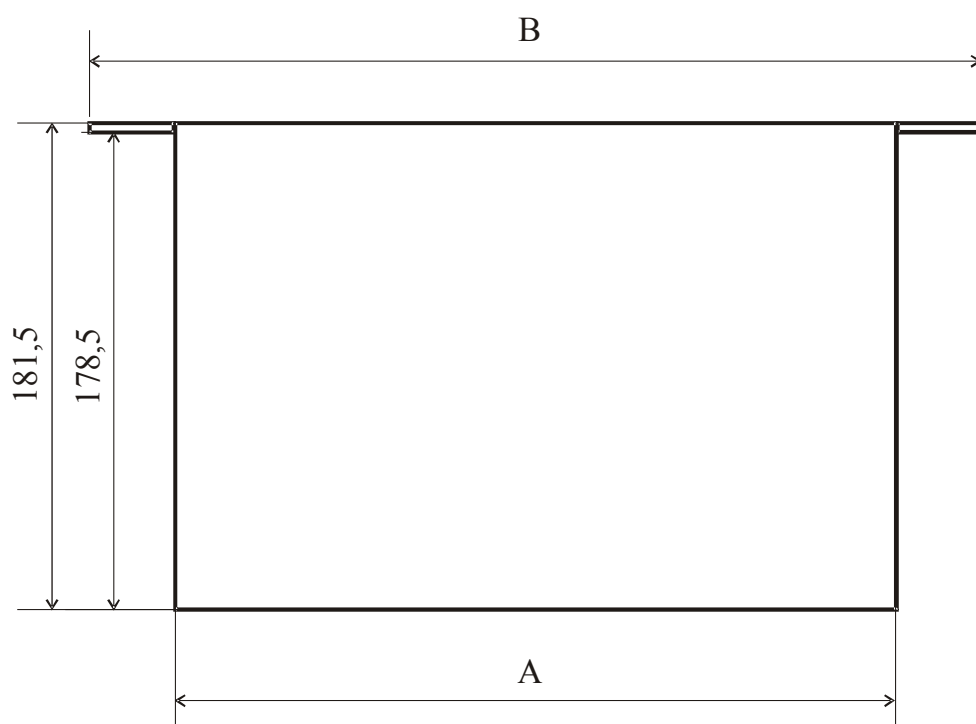
Přední uchycení MCS2-CASE/F (Forward):



nárys:

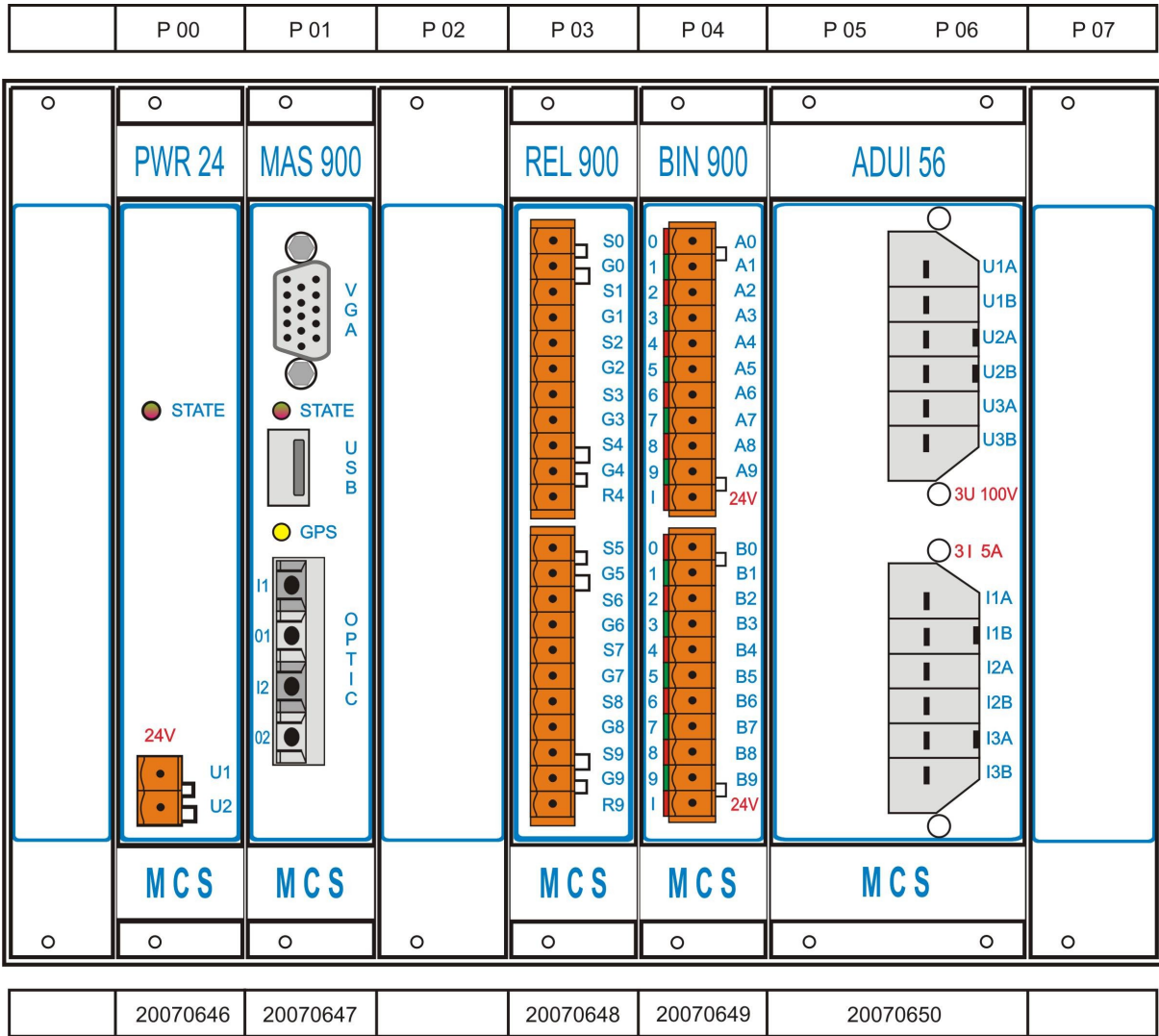


půdorys:



8 pozic: $A = 224$ mm, $B = 279,4$ mm
 16 pozic: $A = 427$ mm, $B = 482,6$ mm

Příklad projektování systému s moduly **MCS 2**:



PŘÍLOHA Č. 1 VÝPOČTY PRO MODUL MĚŘENÍ A ANALÝZY STŘÍDAVÝCH VELIČIN

I. Typ [1...3 U_a, (U_s)] / [1...3 U_s, (U_a)]

$$X. H_X = R_{Dx} + E_X * (R_{Hx} - R_{Dx})$$

$$9. F = \text{frekvence } v \text{ [Hz]}$$

pro $x = [0, 1, 2, 4, 5, 6]$ měří se na H_0

$$10. U_{nes} = \max (| U_{f1} - U_s/\sqrt{3} |, | U_{f2} - U_s/\sqrt{3} |, | U_{f3} - U_s/\sqrt{3} |)$$

$$11. U_s = \sqrt{3} * \sum_{X=0}^2 (H_X / n)$$

$$12. I_f = \sum_{X=4}^6 (H_X / n)$$

$$13. U_{f1} = H_0$$

$$14. U_{f2} = H_1$$

$$15. U_{f3} = H_2$$

$$16. P = 3 * \sum_{X=0}^2 (H_X * H_{X+4} * \cos \varphi_{X, X+4}) / n * 10^{RH16}$$

pro $R_{H16} = [-9 \dots 9]$

$$17. Q = 3 * \sum_{X=0}^2 (H_X * H_{X+4} * \sin \varphi_{X, X+4}) / n * 10^{RH17}$$

pro $R_{H17} = [-9 \dots 9]$

$$18. A_P = \int P * 10^{RH18} * dt$$

pro $R_{H18} = [-9 \dots 9]$, dt v hodinách

$$19. A_Q = \int Q * 10^{RH19} * dt$$

pro $R_{H19} = [-9 \dots 9]$, dt v hodinách

$$20. \cos \varphi = P / S$$

$$21. S = \sqrt{(P^2 + Q^2)}$$

$$22. I_{nes} = \max (| I_f - H_4 |, | I_f - H_5 |, | I_f - H_6 |)$$

$$23. U_{12} = \sqrt{3} * (H_0 + H_1) / n$$

$$24. U_{23} = \sqrt{3} * (H_1 + H_2) / n$$

$$25. U_{31} = \sqrt{3} * (H_2 + H_0) / n$$

$$26. \varphi_{0,4} = \varphi_{H0, H4} \quad [^{\circ}]$$

$$27. \varphi_{1,5} = \varphi_{H1, H5} \quad [^{\circ}]$$

$$28. \varphi_{2,6} = \varphi_{H2, H6} \quad [^{\circ}]$$

$$29. \varphi_{3,7} = \varphi_{H3, H7} \quad [^{\circ}]$$

$$30. U_{nes} = \max (| U_{f1} - U_s / \sqrt{3} | , | U_{f2} - U_s / \sqrt{3} | , | U_{f3} - U_s / \sqrt{3} |)$$

$$31. U_s = \sum_{X=0}^2 (H_X / n)$$

$$32. I_f = \sum_{X=4}^6 (H_X / n)$$

$$33. U_{f1} = H_0 / \sqrt{3}$$

$$34. U_{f2} = H_1 / \sqrt{3}$$

$$35. U_{f3} = H_2 / \sqrt{3}$$

$$36. P = \sum_{X=0}^1 (H_X * H_{X+4} * \cos \varphi_{X, X+4}) * 10^{RH36} \quad \text{pro } R_{H36} = [-9 \dots 9]$$

pokud $H_1 = 0$ nebo $H_5 = 0$ pak:

$$= \sqrt{3} * H_0 * H_4 * \cos (\varphi_{0,4} - 30^0) * 10^{RH36}$$

$$37. Q = \sum_{X=0}^1 (H_X * H_{X+4} * \sin \varphi_{X, X+4}) * 10^{RH37} \quad \text{pro } R_{H37} = [-9 \dots 9]$$

pokud $H_1 = 0$ nebo $H_5 = 0$ pak:

$$= \sqrt{3} * H_0 * H_4 * \sin (\varphi_{0,4} - 30^0) * 10^{RH37}$$

$$38. A_p = \int P * 10^{RH38} * dt \quad \text{pro } R_{H38} = [-9 \dots 9], \text{ dt v hodinách}$$

$$39. A_Q = \int Q * 10^{RH39} * dt \quad \text{pro } R_{H39} = [-9 \dots 9], \text{ dt v hodinách}$$

$$40. \cos \varphi = P / S$$

$$41. S = \sqrt{(P^2 + Q^2)}$$

$$42. I_{nes} = \max (| I_f - H_4 | , | I_f - H_5 | , | I_f - H_6 |)$$

$$X. \quad F_x = \text{frekvence } \nu \text{ [Hz]}$$

$$\text{pro } x = [0, 4, 1, 5, 2, 6]$$

$$\text{pro } X = [43 \dots 48]$$

II. Typ [1...2 U_s , (U_p)] [1...2 U_s]

$$X. H_X = R_{Dx} + E_X * (R_{Hx} - R_{Dx})$$

$$9. F = \text{frekvence } \nu \text{ [Hz]}$$

pro $x = [0, 1, 2, 4, 5, 6]$ měří se na H_0

$$10. U_{nes} = \max (| U_{f1} - U_S / \sqrt{3} | , | U_{f2} - U_S / \sqrt{3} |)$$

$$11. U_S = \sum_{X=0}^1 (H_X / n)$$

$$12. I_f = \sum_{X=4}^5 (H_X / n)$$

$$13. U_{f1} = H_0 / \sqrt{3}$$

$$13. U_{f2} = H_1 / \sqrt{3}$$

$$15. U_{f3} = (U_{f1} + U_{f2}) / n$$

$$16. P = \sum_{X=0}^1 (H_X * H_{X+4} * \cos \varphi_{X, X+4}) * 10^{RH16}$$

pokud $H_1 = 0$ nebo $H_5 = 0$ pak:

$$= \sqrt{3} * H_0 * H_4 * \cos (\varphi_{0,4} - 30^0) * 10^{RH16}$$

pro $R_{H16} = [-9 \dots 9]$

$$17. Q = \sum_{X=0}^1 (H_X * H_{X+4} * \sin \varphi_{X, X+4}) * 10^{RH17}$$

pokud $H_1 = 0$ nebo $H_5 = 0$ pak:

$$= \sqrt{3} * H_0 * H_4 * \sin (\varphi_{0,4} - 30^0) * 10^{RH17}$$

pro $R_{H17} = [-9 \dots 9]$

$$18. A_P = \int P * 10^{RH18} * dt$$

$$19. A_Q = \int Q * 10^{RH19} * dt$$

pro $R_{H18} = [-9 \dots 9]$, dt v hodináchpro $R_{H19} = [-9 \dots 9]$, dt v hodinách

$$20. \cos \varphi = P / S$$

$$21. S = \sqrt{(P^2 + Q^2)}$$

$$22. I_{nes} = \max (| I_f - H_4 | , | I_f - H_5 |)$$

$$23. U_{12} = H_0$$

$$24. U_{23} = H_1$$

$$25. U_{31} = (U_{12} + U_{23}) / n$$

$$26. \varphi_{0,4} = \varphi_{H0, H4} \quad [^0]$$

$$27. \varphi_{1,5} = \varphi_{H1, H5} \quad [^0]$$

$$28. \varphi_{2,6} = \varphi_{H2, H6} \quad [^0]$$

$$29. \varphi_{3,7} = \varphi_{H3, H7} \quad [^0]$$

$$30. U_{nes} = \max (| U_{f1} - U_s / \sqrt{3} | , | U_{f2} - U_s / \sqrt{3} |)$$

$$31. U_s = \sum_{X=2}^3 (H_X / n)$$

$$32. I_f = \sum_{X=6}^7 (H_X / n)$$

$$33. U_{f1} = H_2 / \sqrt{3}$$

$$34. U_{f2} = H_3 / \sqrt{3}$$

$$35. U_B = (U_{f1} + U_{f2}) / n$$

$$36. P = \sum_{X=2}^3 (H_X * H_{X+4} * \cos \varphi_{X, X+4}) * 10^{RH36} \quad \text{pro } R_{H36} = [-9 \dots 9]$$

pokud $H_3 = 0$ nebo $H_7 = 0$ pak:

$$= \sqrt{3} * H_2 * H_6 * \cos (\varphi_{2,6} - 30^0) * 10^{RH36}$$

$$37. Q = \sum_{X=2}^3 (H_X * H_{X+4} * \sin \varphi_{X, X+4}) * 10^{RH37} \quad \text{pro } R_{H37} = [-9 \dots 9]$$

pokud $H_3 = 0$ nebo $H_7 = 0$ pak:

$$= \sqrt{3} * H_2 * H_6 * \sin (\varphi_{2,6} - 30^0) * 10^{RH37}$$

$$38. A_P = \int P * 10^{RH38} * dt \quad \text{pro } R_{H38} = [-9 \dots 9] , \text{ dt v hodinách}$$

$$39. A_Q = \int Q * 10^{RH39} * dt \quad \text{pro } R_{H39} = [-9 \dots 9] , \text{ dt v hodinách}$$

$$40. \cos \varphi = P / S$$

$$41. S = \sqrt{(P^2 + Q^2)}$$

$$42. I_{nes} = \max (| I_f - H_6 | , | I_f - H_7 |)$$

$$X. F_x = \text{frekvence } \nu \text{ [Hz]}$$

$$\text{pro } x = [0, 4, 1, 5, 2, 6]$$

$$\text{pro } X = [43 \dots 48]$$

III. Typ [1 2 U_f (U_s)] [1 2 U_f]

$$X. H_X = R_{Dx} + E_X * (R_{Hx} - R_{Dx})$$

$$9. F = \text{frekvence } v \text{ [Hz]}$$

pro $x = [0, 1, 2, 4, 5, 6]$

měří se na H_0

$$10. U_{nes} = \max (| U_{f1} - U_s/\sqrt{3} | , | U_{f2} - U_s/\sqrt{3} |)$$

$$11. U_s = \sqrt{3} * \sum_{X=0}^1 (H_X / n)$$

$$12. I_f = \sum_{X=4}^5 (H_X / n)$$

$$13. U_{f1} = H_0$$

$$13. U_{f2} = H_1$$

$$15. U_{f3} = (U_{f1} + U_{f2}) / n$$

$$16. P = 3 * \sum_{X=0}^1 (H_X * H_{X+4} * \cos \varphi_{X, X+4}) * 10^{RH16} / n$$

pro $R_{H16} = [-9 \dots 9]$

$$17. Q = 3 * \sum_{X=0}^1 (H_X * H_{X+4} * \sin \varphi_{X, X+4}) * 10^{RH17} / n$$

pro $R_{H17} = [-9 \dots 9]$

$$18. A_P = \int P * 10^{RH18} * dt$$

pro $R_{H18} = [-9 \dots 9]$, dt v hodinách

$$19. A_Q = \int Q * 10^{RH19} * dt$$

pro $R_{H19} = [-9 \dots 9]$, dt v hodinách

$$20. \cos \varphi = P / S$$

$$21. S = \sqrt{(P^2 + Q^2)}$$

$$22. I_{nes} = \max (| I_f - H_4 | , | I_f - H_5 |)$$

$$23. U_{12} = \sqrt{3} * (H_0 + H_1) / n$$

$$24. U_{23} = \sqrt{3} * (H_1 + H_2) / n$$

$$25. U_{31} = (U_{12} + U_{23}) / n$$

$$26. \varphi_{0,4} = \varphi_{H0, H4} \quad \begin{bmatrix} 0 \\ \end{bmatrix}$$

$$27. \varphi_{1,5} = \varphi_{H1, H5} \quad \begin{bmatrix} 0 \\ \end{bmatrix}$$

$$28. \varphi_{2,6} = \varphi_{H2, H6} \quad \begin{bmatrix} 0 \\ \end{bmatrix}$$

$$29. \varphi_{3,7} = \varphi_{H3, H7} \quad \begin{bmatrix} 0 \\ \end{bmatrix}$$

$$30. U_{\text{nes}} = \max (| U_{f1} - U_s/\sqrt{3} | , | U_{f2} - U_s/\sqrt{3} |)$$

$$31. U_s = \sqrt{3} * \sum_{X=0}^3 (H_X / n)$$

$$32. I_f = \sum_{X=6}^7 (H_X / n)$$

$$33. U_{f1} = H_2$$

$$34. U_{f2} = H_3$$

$$35. U_B = (U_{f1} + U_{f2}) / n$$

$$36. P = 3 * \sum_{X=2}^3 (H_X * H_{X+4} * \cos \varphi_{X, X+4}) * 10^{RH36} / n \quad \text{pro } R_{H36} = [-9 \dots 9]$$

$$37. Q = 3 * \sum_{X=2}^3 (H_X * H_{X+4} * \sin \varphi_{X, X+4}) * 10^{RH37} / n \quad \text{pro } R_{H37} = [-9 \dots 9]$$

$$38. A_P = \int P * 10^{RH38} * dt$$

pro $R_{H38} = [-9 \dots 9]$, dt v hodinách

$$39. A_Q = \int Q * 10^{RH39} * dt$$

pro $R_{H39} = [-9 \dots 9]$, dt v hodinách

$$40. \cos \varphi = P / S$$

$$41. S = \sqrt{(P^2 + Q^2)}$$

$$42. I_{\text{nes}} = \max (| I_f - H_6 | , | I_f - H_7 |)$$

X. F_X = frekvence v [Hz]

pro $x = [0, 4, 1, 5, 2, 6]$

pro $X = [43 \dots 48]$

IV. Typ $[U_S, (U_P)]$ $[U_S, (U_P)]$

$$X. H_X = R_{Dx} + E_X * (R_{Hx} - R_{Dx})$$

$$9. F = \text{frekvence } v \text{ [Hz]}$$

pro $x = [0, 1, 2, 4, 5, 6]$ měří se na H_0

$$10. U_{nes} = \max (| U_{f1} - U_S / \sqrt{3} | , | U_{f2} - U_S / \sqrt{3} |)$$

$$11. U_S = (H_0 + H_1 * \sqrt{3}) / n$$

$$12. I_f = \sum_{X=4}^5 (H_X / n)$$

$$13. U_{f1} = H_1$$

$$13. U_{f2} = H_0 / \sqrt{3}$$

$$15. U_{f3} = (U_{f1} + U_{f2}) / n$$

$$16. P = \sqrt{3} * (H_0 * H_4 * \cos(\varphi_{0,4} - 30^\circ)) * 10^{RH16}$$

$$17. Q = \sqrt{3} * (H_0 * H_4 * \sin(\varphi_{0,4} - 30^\circ)) * 10^{RH17}$$

$$18. A_P = \int P * 10^{RH18} * dt$$

$$19. A_Q = \int Q * 10^{RH19} * dt$$

$$20. \cos \varphi = P / S$$

$$21. S = \sqrt{(P^2 + Q^2)}$$

$$22. I_{nes} = \max (| I_f - H_4 | , | I_f - H_5 |)$$

pro $R_{H16} = [-9 \dots 9]$ pro $R_{H17} = [-9 \dots 9]$ pro $R_{H18} = [-9 \dots 9]$, dt v hodináchpro $R_{H19} = [-9 \dots 9]$, dt v hodinách

$$23. U_{12} = H_0$$

$$24. U_{23} = \sqrt{3} * H_1$$

$$25. U_{31} = (U_{12} + U_{23}) / n$$

$$26. \varphi_{0,4} = \varphi_{H0, H4} \quad [^\circ]$$

$$27. \varphi_{1,5} = \varphi_{H1, H5} \quad [^\circ]$$

$$28. \varphi_{2,6} = \varphi_{H2, H6} \quad [^\circ]$$

$$29. \varphi_{3,7} = \varphi_{H3, H7} \quad [^\circ]$$

$$30. U_{nes} = \max (| U_{f1} - U_S / \sqrt{3} | , | U_{f2} - U_S / \sqrt{3} |)$$

$$31. U_S = (H_2 + H_3 * \sqrt{3}) / n$$

$$32. I_f = \sum_{X=6}^7 (H_X / n)$$

$$33. U_{f1} = H_3$$

$$34. U_{f2} = H_2 / \sqrt{3}$$

$$35. U_{f3} = (U_{f1} + U_{f2}) / n$$

$$36. P = \sqrt{3} * (H_2 * H_6 * \cos(\varphi_{2,6} - 30^\circ)) * 10^{RH36}$$

$$37. Q = \sqrt{3} * (H_2 * H_6 * \sin(\varphi_{2,6} - 30^\circ)) * 10^{RH37}$$

$$38. A_P = \int P * 10^{RH38} * dt$$

$$39. A_Q = \int Q * 10^{RH39} * dt$$

$$40. \cos \varphi = P / S$$

$$41. S = \sqrt{(P^2 + Q^2)}$$

$$42. I_{nes} = \max (| I_f - H_6 | , | I_f - H_7 |)$$

pro $R_{H36} = [-9 \dots 9]$ pro $R_{H37} = [-9 \dots 9]$ pro $R_{H38} = [-9 \dots 9]$, dt v hodináchpro $R_{H39} = [-9 \dots 9]$, dt v hodinách

$$X. Fx = \text{frekvence } v \text{ [Hz]}$$

pro $x = [0, 4, 1, 5, 2, 6]$ pro $X = [43 \dots 48]$

V. Typ [6 obecných vstupů]

$$X. H_X = R_{Dx} + E_X * (R_{Hx} - R_{Dx})$$

pro $x = [0, 1, 2, 4, 5, 6]$ **VI. Typ [6 napětových vstupů]**

$$X. H_X = R_{Dx} + E_X * (R_{Hx} - R_{Dx})$$

pro $x = [0, 1, 2, 4, 5, 6]$

$$9. F = \text{frekvence } v \text{ [Hz]}$$

měří se na H_0

$$10. U_{nes}^I = \max (| H_0 - U_S^I / \sqrt{3} | , | H_1 - U_S^I / \sqrt{3} | , | H_2 - U_S^I / \sqrt{3} |)$$

$$11. U_S^I = \sqrt{3} * \sum_{X=0}^2 (H_X / n)$$

$$12. U_S^{II} = \sqrt{3} * \sum_{X=4}^6 (H_X / n)$$

$$22. U_{nes}^{II} = \max (| H_4 - U_S^{II} / \sqrt{3} | , | H_5 - U_S^{II} / \sqrt{3} | , | H_6 - U_S^{II} / \sqrt{3} |)$$

$$30. U_{nes}^I = \max (| H_0 - U_S^I | / \sqrt{3} , | H_1 - U_S^I | / \sqrt{3} , | H_2 - U_S^I | / \sqrt{3})$$

$$31. U_S^I = \sum_{X=0}^2 (H_X / n)$$

$$32. U_S^{II} = \sum_{X=4}^6 (H_X / n)$$

$$42. U_{nes}^{II} = \max (| H_4 - U_S^{II} | / \sqrt{3} , | H_5 - U_S^{II} | / \sqrt{3} , | H_6 - U_S^{II} | / \sqrt{3})$$

$$X. Fx = \text{frekvence } v \text{ [Hz]}$$

pro $x = [0, 4, 1, 5, 2, 6]$ pro $X = [43 \dots 48]$

**PŘÍLOHA Č. 2
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK**

AC	Alternating Current
ADc, A/D	Analog to Digital Converter
ADUI56	Modul měření a analýzy střídavých veličin
AM	Amplitude Modulation
BIN900	Modul binárních vstupů
BLVDS	Bus Low Voltage Differential Signaling
bps	Bits Per Second
CF	Compact Flash
CPL	Koncentrátor dat
ČSN EN	Česká technická norma, Evropská norma
DC	Direct Current
DCUI900	Modul měření stejnosměrných veličin
DIP	Dual In-line Package
DPS	Deska plošného spoje
DSP	Digital Signal Processor
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read Only Memory
ef	Effective
EMC	Electromagnetic Compatibility
FDDI	Fiber Distributed Data Interface
FIR	Finite Impulse Response
FPGA	Field Programmable Gate Array
GND	Ground
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System for Mobile communications
HW	Hardware
IDK	Integrálně diferenciální konstanta
I/O	Input/Output
LAN	Local Area Network
LCD	Liquid Crystal Display
LED	Light Emitting Diode
LPF	Low Pass Filter
LVDS	Low Voltage Differential Signaling
MAS900	Modul řídicího procesoru
MCS2	Multi Control System 2
μC	Microcontroller
nes	nesymetrie
PC	Personal Computer
PE	Ochranný vodič
ppm	Parts Per Million
PWR	Modul napájecího zdroje
RAM	Random Access Memory
REF	Reference
REL900	Modul reléových výstupů
RTC	Real Time Clock
SMS	Short Message Service
ss	stejnosměrná veličina
st	střídavá veličina
SW	Software

USB	Universal Serial Bus
VGA	Video Graphics Array
WD	Watchdog