



Sestava pro validaci zkoumaných
topologií a řídicích algoritmů
výkonových měničů a řídicích systémů

TECHNICKÝ POPIS

OBSAH

1	Obecný popis sestavy.....	3
2	Požadavky a specifikace	4
2.1	SW požadavky	4
2.1.1	SW balík pro simulaci a testování elektronických systémů	4
2.1.2	SW balík pro tvorbu automatizovaných testů	4
2.1.3	SW doplňující ostatní SW balíky.....	4
2.2	HW požadavky	4
2.2.1	Konstrukce pro zabudování do 19“ skříně	5
2.2.2	Modul pro napájení testovaného systému	5
2.2.3	Stimulační modul	5
2.2.4	Elektronická zátěž	5
2.2.5	Digitální I/O modul	5
2.2.6	Analogový I/O modul s FPGA	5
2.2.7	Analogový I/O modul	6
2.2.8	Digitální I/O modul s FPGA.....	6
2.2.9	Modul pro simulaci v reálném čase (RT).....	6
2.2.10	Komunikační modul pro sběrnice CAN a LIN	6
2.2.11	Komunikační modul pro sběrnici Ethernet	6
2.2.12	Komunikační modul pro sériové sběrnice SPI, I2C, UART, SENT.....	6
2.2.13	Reléový modul	6
2.3	Konstrukční část sestavy	6
2.3.1	Průmyslová skříň 19“	6
2.3.2	Zásuvky pro testované systémy	7
2.3.3	Propojení HW s testovanými systémy	7
2.3.4	Propojení doplňkového vybavení s HW a testovanými systémy	7
2.4	Doplňkové vybavení.....	7
2.4.1	Napájecí a ovládací box s jistíci prvky	7
2.4.2	Výkonový stejnosměrný zdroj 5 kW 80 VDC/170 A	7
2.4.3	Vysokonapěťový stejnosměrný zdroj	7
3	Technická specifikace předmětu veřejné zakázky	8

1 OBECNÝ POPIS SESTAVY

Sestava pro validaci zkoumaných topologií a řídicích algoritmů výkonových měničů a řídicích systémů - HW část, je základní požadovaný hardware pro praktickou realizaci výzkumného projektu DMS. Sestava je pečlivě konfigurována tak, aby se zabránilo duplicitě hardwaru v majetku VŠB - TU Ostrava v současné době. Výzkumný záměr nelze vyřešit bez HW části validačního systému, protože hardwarová sestava nahrazuje reálný řízený systém (kde simulační model definuje jeho parametry a vlastnosti) a jeho schopnosti jsou dostatečně dimenzovány pro široký rozsah zkoumaných systémů. Sestava pro validaci zkoumaných topologií a řídicích algoritmů výkonových měničů a řídicích systémů - část SW, SW část je soubor softwaru pro nastavení a komunikaci s hardwarovými / kartovými ověřovacími sadami, softwarem pro modelování a simulaci a vývojovým prostředím pro vytváření automatizovaných testů sledovaných prvků. To je nejvíce nezbytné pro další postupné zavádění celkové koncepce souboru validace. V budoucnu se očekává, že se bude pořizovat další SW.

Zvláště pro tento výzkumný projekt se v současné době připravuje laboratoř na VŠB - TU Ostrava. Jedná se o laboratoř v budově E, místnost E119, VŠB-TUO v Ostravě - Porubě s dostatečným instalovaným příkonem, podlahovou plochou, podlahovou nosností a osvětlením. Tento validační systém, i když jde o zařízení s většími rozměry (VxŠxH (cca) - 1800 mm x 600 resp. 800 mm x 800 a 1000 mm), není hlučný nad hladinu hluku běžných stolních měřicích přístrojů. Všichni z konsorcia výzkumných pracovníků VŠB - TU Ostrava a partneři budou mít přístup k nainstalovanému systému. Instalace zařízení nebude vyžadovat žádné speciální ukotvení a bezpečnost, jedná se o volně stojící regálovou skříň s pohyblivým systémem.



Obrázek 1 Ilustrační podoba kompletní sestavy

2 POŽADAVKY A SPECIFIKACE

2.1 SW POŽADAVKY

Sestava software tvoří ucelený balík obsahující software pro modelování a simulaci elektronických řídicích systémů. Dále obsahuje software pro propojení simulačního prostředí s HW částí HIL systému a v neposlední řadě také software pro tvorbu testů. Složení SW části validačního systému je požadováno následující.

Nástroj	Počet licencí (min.)	Poznámka
SW balík pro simulaci a testování elektronických systémů	1	
SW balík pro tvorbu automatizovaných testů	1	
SW doplňující ostatní SW balíky	1	

2.1.1 SW balík pro simulaci a testování elektronických systémů

Softwarový nástroj pro vývojové, testovací a analyzační aplikace jednotlivých řídicích elektronických systémů i celých sítí elektronických řídicích systémů včetně komunikačních sběrnic. Musí podporovat sběrnici CAN-bus a protokol SENT specifický pro senzorické systémy. Musí umožňovat provádět automatické testování elektronických systémů a následnou analýzu získaných měřených veličin. Je nezbytně nutné, aby umožňoval konfiguraci a ovládání HW části validační sestavy a byl s ní plně kompatibilní. Balík musí obsahovat standardní licenci bez funkčních omezení.

2.1.2 SW balík pro tvorbu automatizovaných testů

Softwarový nástroj pro tvorbu automatizovaných testů. Tvorba testů musí být možná jak v textové formě, pomocí programovacího jazyka C# nebo CAPL, tak formou grafickou, využitím bloků a grafického prostředí. Výsledné testové úlohy musí být možno exportovat ve formátu kompatibilní s položkou 3.1.1 SW balík pro simulaci a testování elektronických systémů. Proměnné a signály obou SW balíků musí být přenositelné a v kompatibilním formátu. Balík musí obsahovat standardní licenci bez funkčních omezení.

2.1.3 SW doplňující ostatní SW balíky

Balík obsahující doplňkový SW pro správu, nastavení, kalibraci a další doplňkové služby hlavního SW a HW. Obsah balíku vhodně zvolí dodavatel, tak aby bylo možné řádně spravovat výše uvedené.

2.2 HW POŽADAVKY

Sestava hardwarových modulů tvoří jeden celek. Sestava se skládá z nejnütnějších vzájemně kompatibilních prvků (I/O karty, zdroje, rozhraní pro komunikaci, rack box a propojovací kabely) pro emulaci reálného prostředí v reálném čase. Zkoumaný systém propojený s HIL systémem přijímá vstupní signály představující emulované reálné senzory, čidla požadovaných hodnot apod. HIL systém je dále schopen emulovat akční členy a přijímat výstupní signály ze zkoumaného systému, stejně jako emuluje komunikaci s okolními řídicími systémy. Během testování zkoumaného systému probíhá řízení a regulace v reálném čase. Celý systém bude využíván pro výzkum na nově stanovených hardwarových topologiích, principech a algoritmech SW elektronických řídicích systémů. Tato hardwarová sestava nahrazuje reálnou regulovanou soustavu a její možnosti jsou dostatečně dimenzované pro velkou škálu zkoumaných systémů. Složení HW části HIL systému je následující.

Nástroj	Počet ks (min.)	Poznámka
Konstrukce pro zabudování do 19" skříně	1	
Modul pro napájení testovaného systému	2	
Stimulační modul	6	
Elektronická zátěž	2	
Digitální I/O modul	2	
Analogový I/O modul s FPGA	1	
Analogový I/O modul	1	
Digitální I/O modul s FPGA	1	
Modul pro simulaci v reálném čase (RT)	1	
Komunikační modul pro sběrnice CAN a LIN	1	
Komunikační modul pro sběrnici Ethernet	1	
Komunikační modul pro sériové sběrnice SPI, I2C, UART, SENT	1	
Reléový modul	1	
Přenosný komunikační modul pro simulaci v RT	1	

2.2.1 Konstrukce pro zabudování do 19" skříně

Jednotlivé moduly musí být umístitelné do standardní průmyslové skříně s rozměrem 19". Konstrukce musí zajistit jejich pevné usazení a vzájemné propojení.

2.2.2 Modul pro napájení testovaného systému

Napájecí modul musí zajistit přesné napájecí napětí testovaného elektronického systému. Modul musí mít vnitřní zdroj napětí a zároveň musí být možno k němu připojit externí výkonový napájecí programovatelný zdroj. Napájecí modul musí být konfigurovatelný ze SW prostředí a musí umožňovat měřit velikost výstupního napětí a proudu. Požadovány jsou čtyři výstupní kanály.

2.2.3 Stimulační modul

Stimulační modul musí zajistit stimulaci vstupních signálů validovaného systému. Modul musí být schopen generovat výstupní napětí, musí mít vnitřní odporovou dekádu pro simulaci odporových snímačů, funkci potenciometru a generovat výstupní PWM signál. Všechny kanály musí umožňovat jejich zkratování, zkrat na zem, popřípadě zkrat na jiný napěťový potenciál.

2.2.4 Elektronická zátěž

Modul elektronické zátěže musí být schopen proudově nebo odporově zatížit výstupy validovaného elektronického systému. Zkratování na zem, napájecí napětí, nebo jiný potenciál musí být možné. Taktéž rozpojení signálové cesty. Schopnost měření vstupního napětí a PWM signálu musí být možná a měřené hodnoty musí být dostupné v simulačním SW.

2.2.5 Digitální I/O modul

Modul s digitálními vstupy a výstupy připojitelnými k signálům validovaného elektronického systému. Každý kanál by měl být konfigurovatelný jako vstup nebo výstup. Zároveň musí umožňovat generování a měření PWM signálu minimálně na 16 kanálech.

2.2.6 Analogový I/O modul s FPGA

Analogový modul pro všeobecné použití musí umožňovat generovat a měřit analogové signály ve dvou rozsazích. Měření vstupní hodnoty proudu a napětí musí být dostupné v simulačním SW. Dále musí provádět výpočty průměrných a efektivních hodnot měřených signálů. Modul musí být vybaven FPGA rozšířením umožňujícím implementovat uživatelské FPGA simulační aplikace.

2.2.7 Analogový I/O modul

Analogový modul pro všeobecné použití musí umožňovat generovat a měřit analogové signály ve dvou rozsazích. Měření vstupní hodnoty proudů a napětí musí být dostupné v simulačním SW. Dále musí provádět výpočty průměrných a efektivních hodnot měřených signálů.

2.2.8 Digitální I/O modul s FPGA

Modul s digitálními vstupy a výstupy připojitelnými k signálům validovaného elektronického systému. Každý kanál by měl být konfigurovatelný jako vstup nebo výstup. Zároveň musí umožňovat generování a měření PWM signálu. Zkratování na zem, napájecí napětí, nebo jiný potenciál musí být možné. Modul musí být vybaven FPGA rozšířením umožňujícím implementovat uživatelské FPGA simulační aplikace.

2.2.9 Modul pro simulaci v reálném čase (RT)

Výkonný modul s výkonným procesorem (min. 2 GHz, 8MB cache, 4 jádra, 8 vláken, 14nm technologie) pro provádění simulací a testování v reálném čase. Připojitelný k obsluhujícímu počítači skrze rozhraní ethernet. Z důvodu vysokého výpočetního výkonu musí být modul osazen chlazením. Modul musí být možné propojit s komunikačními moduly.

2.2.10 Komunikační modul pro sběrnice CAN a LIN

Komunikační modul obsahující 4 kanály (CAN, LIN nebo kombinace předchozích). Modul musí umožňovat připojení k PC nebo RT modulu pomocí rychlého rozhraní PCI Express. Musí umožňovat hardwarovou synchronizaci s ostatními moduly. Zkratování mezi vodiči, zkrat na zem nebo plus musí být možný.

2.2.11 Komunikační modul pro sběrnici Ethernet

Komunikační modul obsahující 6 kanálů (Automotive Ethernet). Modul musí umožňovat připojení k PC nebo RT modulu pomocí rychlého rozhraní PCI Express. Musí umožňovat hardwarovou synchronizaci s ostatními moduly. Zkratování mezi vodiči, zkrat na zem nebo plus musí být možný.

2.2.12 Komunikační modul pro sériové sběrnice SPI, I2C, UART, SENT

Modul musí umožňovat test sériové komunikace sběrnic SPI, I2C, UART a SENT. Taktéž její záznam nebo simulaci. Zkratování mezi vodiči, zkrat na zem nebo plus musí být možný.

2.2.13 Reléový modul

Reléový modul musí obsahovat minimálně 20 kanálů s nadproudovou ochranou. Musí umožňovat generování elektrických problémů, jako jsou zkraty.

2.3 KONSTRUKČNÍ ČÁST SESTAVY

Nástroj	Počet ks	Poznámka
Průmyslová skříň 19"	1	
Zásuvky pro testované systémy	2	
Propojení HW s testovanými systémy	3	
Propojení doplňkového vybavení s HW a testovanými systémy	-	

2.3.1 Průmyslová skříň 19"

Konstrukční skříň standardizovaného rozměru 19" musí být schopna pojmout a umožnit upevnění všeho vybavení testovací sestavy. Skříň musí být vybavena jezdovými kolečky, tak aby bylo možné s ní po laboratoři manipulovat. Skříň musí mít odnímatelné bočnice, tak aby byl umožněn přístup k HW modulům a propojení s testovaným systémem.

2.3.2 Zásuvky pro testované systémy

Zásuvky musí být pohyblivě uloženy do 19“ skříně, tak aby je bylo možné vysunout a zároveň musí být možné zásuvky vyjmout ze skříně. Zásuvky musí zabezpečit uložení testované aplikace a její propojení s HW moduly.

2.3.3 Propojení HW s testovanými systémy

Spolehlivé propojení testovaného systému s HW moduly. Propojení mezi zásuvkou pro testovaný systém a HW moduly musí být zajištěno pro spolehlivé odpojení a připojení zásuvky v minimálním počtu 10 000 cyklů.

2.3.4 Propojení doplňkového vybavení s HW a testovanými systémy

Všechno doplňkové vybavení musí být řádně propojeno s hlavními komponenty, popřípadě zajištěno jejich propojení na testovaný systém.

2.4 DOPLŇKOVÉ VYBAVENÍ

Nástroj	Počet ks	Poznámka
Napájecí a ovládací box s jisticími prvky	1	
Výkonový stejnosměrný zdroj 5 kW 80 VDC/170 A	1	
Vysokonapěťový stejnosměrný zdroj	1	

2.4.1 Napájecí a ovládací box s jisticími prvky

Napájecí a ovládací box s jisticími prvky musí zajistit připojení celé validační sestavy do standardní napájecí sítě laboratoře (1x230V/50Hz, nebo 3x400V/50Hz). Zároveň musí obsahovat jisticí prvky pro napájecí obvody, přepěťovou ochranu, hlavní vypínač celé sestavy a bezpečnostní tlačítko „central stop“, které zajistí odpojení celé sestavy od napájecí sítě v případě nouzového vypnutí. Box musí být umístěn v 19“ skříně validační sestavy. V rámci napájecího boxu musí být umístěny zdroje stejnosměrného napětí 12 a 24 V. Všechny ovládací prvky musí být umístěny na čelním panelu. Jisticí prvky mohou být dostupné ze zadní strany boxu (skříně).

2.4.2 Výkonový stejnosměrný zdroj 5 kW 80 VDC/170 A

Výkonový stejnosměrný zdroj musí být plně programovatelný (výstupní napětí, proud a výkon), a to jak pomocí ovládacího panelu, tak externě z HW části validační sestavy. Externí ovládání musí být galvanicky oddělené. Musí být možné jej vložit a upevnit do konstrukční 19“ skříně.

2.4.3 Vysokonapěťový stejnosměrný zdroj

Vysokonapěťový stejnosměrný zdroj musí být plně programovatelný (výstupní napětí, proud a výkon), a to jak pomocí ovládacího panelu, tak externě z HW části validační sestavy. Externí ovládání musí být galvanicky oddělené. Musí být možné jej vložit a upevnit do konstrukční 19“ skříně.

3 TECHNICKÁ SPECIFIKACE PŘEDMĚTU VEŘEJNÉ ZAKÁZKY

Popis položky / parametru	Požadovaná minimální hodnota
1. SW část	
1.1. SW balík pro simulaci a testování elektronických systémů	
Typ licence	Standardní (bez omezení)
Počet licencí	1
Simulace komunikačních sběrnic	Ano
Implementace databází pro sběrnice	DBC, A2L, LDF,
Textové zobrazení měřených hodnot	Ano
Grafické zobrazení měřených hodnot	Ano
Implementace automatických testů	Ano
Diagnostické funkce UDS	Ano
Stimulace komunikačních sběrnic	Ano
HIL implementace	Ano
CAN-bus nástroje	Ano
SENT nástroje	Ano
1.2. SW balík pro tvorbu automatizovaných testů	
Přímá kompatibilita s položkou 1.1.	Ano
Textová tvorba testovacích úloh	Ano
Programovací jazyk	C#, CAPL
Grafická tvorba testovacích úloh	Ano
Typ licence	Standardní (bez omezení)
Počet licencí	1
1.3. SW doplňující ostatní SW balíky	
SW doplňky pro SW a HW	Ano
Počet licencí	1
2. HW část	
2.1. Konstrukce pro zabudování do 19" skříně	
Šířka konstrukčního boxu	19"
2.2. Modul pro napájení testovaného systému	
Vstupní napětí	-40 ÷ +40 V
Proudová zatížitelnost na kanál	70 A
Výstupní napětí vnitřního zdroje	3 ÷ 30 V
Měření výstupního proudu a napětí	Ano
Měření hodnoty dostupné v simulačním SW	Ano
Počet výstupních kanálů	2
Možnost zkratování výstupních kanálů	Ano
Možnost řízení externího zdroje	Ano
2.3. Stimulační modul	
Výstupní napětí	0 ÷ 40 V
Výstupní proud	100 mA
Počet výstupních kanálů	4
Rozsah vnitřní odporové dekadý	10 ÷ 10000 Ω
Rozsah generování PWM	0,2 ÷ 25000 Hz
Měření výstupních veličin	Ano
Měření hodnoty dostupné v simulačním SW	Ano

2.4. Elektronická zátěž	
Vstupní napětí	-40 ÷ +40 V
Počet vstupních kanálů	4
Rozsah proudové zatížitelnosti	0,1 ÷ 10 A
Měření vstupního napětí	Ano
Měření vstupního PWM signálu	Ano
Rozsah měření PWM	0,2 ÷ 200000 Hz
2.5. Digitální I/O modul	
Výstupní napětí	0 ÷ 60 V
Rozsah měření PWM	0,2 ÷ 200000 Hz
Rozsah generování PWM	0,2 ÷ 10000 Hz
Výstupní proud	0 ÷ 200 mA
Počet kanálů	48
Nastavitelný práh pro vzorkování vstupního sig.	Ano
Vzorkovací interval	50 μs
2.6. Analogový I/O modul s FPGA	
Počet vstupních kanálů	12
Počet výstupních kanálů	4
Vstupní napětí	-60 ÷ +60 V
Vstupní odpor	1 MΩ
Vstupní proud	-5 ÷ +5 A
Měření vstupního napětí	Ano
Měření vstupního proudu	Ano
Měření hodnoty dostupné v simulačním SW	Ano
Výstupní napětí	-10 ÷ +28 V
Výstupní proud	100 mA
Počet napěťových rozsahů	2
A/D převodník	16 Bit
D/A převodník	14 Bit
FPGA aplikace	Ano
2.7. Analogový I/O modul	
Počet vstupních kanálů	12
Počet výstupních kanálů	4
Vstupní napětí	-60 ÷ +60 V
Vstupní odpor	1 MΩ
Vstupní proud	-5 ÷ +5 A
Měření vstupního napětí	Ano
Měření vstupního proudu	Ano
Měření hodnoty dostupné v simulačním SW	Ano
Výstupní napětí	-10 ÷ +28 V
Výstupní proud	100 mA
Počet napěťových rozsahů	2
A/D převodník	16 Bit
D/A převodník	14 Bit
2.8. Digitální I/O modul s FPGA	
Vstupní napětí	-40 ÷ +40 V
Vstupní proud	0 ÷ 800 mA
Rozsah měření PWM	0,2 ÷ 200000 Hz
Rozsah generování PWM	0,2 ÷ 25000 Hz

Výstupní napětí	0 ÷ 25 V
Výstupní proud	0 ÷ 30 mA
Počet kanálů	16
Nastavitelný práh pro vzorkování vstupního sig.	Ano
Vzorkovací interval	50 μ s
FPGA aplikace	Ano
2.9. Modul pro simulaci v reálném čase (RT)	
CPU	2 GHz, 8MB cache, 4 jádra, 8 vláken, 14nm tech.
RAM	4 GB
USB	2x USB 2.0
LAN	Ano – ethernet
2.10. Komunikační modul pro sběrnice CAN a LIN	
Počet kanálů	4
Max. CAN baud rate	1 Mbit/s
CAN identifikátory	11/29 bit
Rozhraní pro připojení	PCI Express
Přesnost časové známky	1 μ s
2.11. Komunikační modul pro sběrnici Ethernet	
Počet kanálů	6
Podporovaný protokol	IEEE 100BASE-T1
CAN identifikátory	11/29 bit
Rozhraní pro připojení	PCI Express
Přesnost časové známky	1 μ s
2.12. Komunikační modul pro sériové sběrnice SPI, I2C, UART, SENT	
Napěťový rozsah	0 ÷ 6 V
Výstupní proud	0 ÷ 200 mA
Podporované sběrnice	SPI, UART, I2C, RS485, SENT
Max. SPI Baud rate	10 Mb/s
Max. RS232 Baud rate	230 kb/s
Max. RS485 baud rate	10 Mb/s
2.13. Reléový modul	
Spínané napětí	-60 ÷ +60 V
Spojité proud	6 A
Odpor kontaktů	0 ÷ 100 m Ω
Počet sepnutí	20 000 000 cyklů
Počet kanálů	20
3. Konstrukční část sestavy	
3.1. Průmyslová skříň 19"	
Šířka konstrukčního boxu	19"
Rozměry	1745 x 503 x 800 mm
Hmotnost zátěže	200 kg
Materiál	Ocel / hliník
Jednotková výška	38U
Odjímatelné bočnice	Ano
Čelní provedení	Krytí panely
Pojezdová kolečka	Ano
Průměr koleček	100 mm
3.2. Zásuvky pro testované systémy	
Přední madla	Ano

Možnost vysunutí	Ano
Možnost odebrání ze skříně	Ano
Požadovaný počet připojení	10000 cyklů spojení a rozpojení
Montážní deska	Ano
Jendotková výška	3U
Počet kusů	2
Délka (hloubka) zásuvky	460 mm
3.3. Propojení HW s testovanými systémy a doplňkovým vybavením	
Provedení kabeláže pro komunikační sběrnice	Musí odpovídat normám
Požadavek na pohyblivou kabeláž	Ano
4. Doplňkové vybavení	
4.1. Napájecí a ovládací box s jisticími prvky	
Šířka konstrukčního boxu	19"
Připojení do sítě	1x230V/50Hz (3x400V/50Hz)
Hlavní vypínač	Ano
„Central stop“	Ano
Vstupní přepěťová ochrana	Ano
Indikace připojení do sítě	Ano
Zdroj DC napětí	12V/30A + 24V/10A
Počet 230V zásuvek na čelním panelu	2
Počet 230V zásuvek na zadním panelu	2
4.2. Výkonový stejnosměrný zdroj 5 kW 80 VDC/170 A	
Vstupní napětí	340 ÷ 460 V / 50 / 60 Hz
Regulovatelné napětí	Ano
Regulovatelný proud	Ano
Externí regulace	Analogová, USB
Výkon	5 kW
Počet výstupů	1
Typ výstupního napětí	DC, stejnosměrné
Max. Výstupní proud	170 A
Max. Výstupní napětí	80 V
Přesnost výstupního napětí	0,1 %
Funkce funkčního generátoru	Ano
Montáž do 19" průmyslové skříně	Ano
4.3. Vysokonapěťový stejnosměrný zdroj	
Vstupní napětí	340 ÷ 460 V / 50 / 60 Hz
Regulovatelné napětí	Ano
Regulovatelný proud	Ano
Externí regulace	Analogová, USB
Výkon	10 kW
Počet výstupů	1
Typ výstupního napětí	DC, stejnosměrné
Max. Výstupní proud	30 A
Max. Výstupní napětí	1000 V
Přesnost výstupního napětí	0,1 %
Funkce funkčního generátoru	Ano
Montáž do 19" průmyslové skříně	Ano