

TECHNICKÁ SPECIFIKACE PŘEDMĚTŮ PLNĚNÍ – 2. ČÁST

2. část – Laboratoř výuky logického řízení technikou programovatelných automatů

ID	Položka	Specifikace
Sestava řídicí systém s robotickými pracovišti		
II.1	Robotická stavebnice umožňující sestavení 4 plně funkčních průmyslových robotů	<p>Robotická stavebnice, umožňující sestavit 4 druhy robotů (robot se svěrákem, zakladač do vysokých polic, otočný svěrák a 3osý robot). Stavebnice využívá servomotory s enkodéry, generujícími impulsy pro měření polohy, resp. úhlu natočení motoru. Stavebnice obsahuje konstrukční prvky z hliníkových slitin, které zaručují její dostatečnou stabilitu. Akční prvky a snímače musí být připojitelné na 24V logiku.</p> <ul style="list-style-type: none"> - vysokozdvíhací paže - 3-osý robot - 2 další typy robopaží - sestava je vyrobena z kvalitních hliníkových komponentů - sestava obsahuje 2 servomotory - sestava obsahuje 2 XS motory <p>sestava obsahuje 6 senzorů</p>
II.2	Robotická stavebnice: Děrovací stroj s pásovým dopravníkem	<p>Robotická stavebnice umožňující sestavit dopravník a obráběcí stanici se dvěma světelnými senzory a jeden obrobek. Stavebnice obsahuje 2ks stejnosměrných motorů, 2ks koncových spínačů, 2ks světelných senzorů. Stavebnice obsahuje konstrukční prvky z hliníkových slitin, které zaručují její dostatečnou stabilitu. Akční prvky a snímače musí být připojitelné na 24V logiku.</p>
II.3	Třiosý robot s uchopovacím zařízením	<p>Robotická stavebnice umožňující sestavit 3osý robot s jedněmi upínacími kleštěmi. Stavebnice obsahuje 4 stejnosměrné motory (2 z nich mají vestavěné enkodéry), 4 koncové spínače, 2 impulsní snímače k měření dráhy. Pohyb: osa1 je otočná o 180 st., osa2 posuvná dopředu/dozadu o 90mm, osa3 je pohyblivá nahoru/dolů o 150mm. Stavebnice obsahuje konstrukční prvky z hliníkových slitin, které zaručují její dostatečnou stabilitu. Akční prvky a snímače musí být připojitelné na 24V logiku.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 3 stupně volnosti - hřídel1:rotace o 180 stupňů - hřídel2:dopředu/zpět 90mm - hřídel1:nahoru/dolů 150mm - 2 DC motory - 2 DC motory s integrovaným magnetickým snímačem polohy - 4x koncový spínač - 2x pulsní senzor pro měření dráhy
II.4	Programovatelný automat	<ul style="list-style-type: none"> - 10 digitálních vstupů 24V - 2 analogové vstupy - 6 digitálních výstupů - automat umožňuje komunikaci přes izolovaný RS-232C/RS-485 port i přes RJ45 Ethernet port - automat umožňuje připojení až 4 rozšiřujících I/O modulů (podpora až 80 digitálních I/O)

		Řídicí systém musí být programově kompatibilní s vývojovým SW používaným na SOUE Plzeň - naleznete na www.souepl.cz pod odkazem Software a hardware v SOUE.
II.5	8-kanálový vstupní modul	Rozšiřující 8-kanálový vstupní modul 24V DC (sink/source) kompatibilní s řídicím systémem (viz položka č. II.4).
II.6	8-kanálový reléový výstupní modul	Rozšiřující 8-kanálový reléový výstupní modul kompatibilní s řídicím systémem viz (položka č. II.4). <ul style="list-style-type: none"> - 8 kanálový rozšiřující výstupní reléový modul pro programovatelný automat pol. 1.1.4 - 2 skupiny po 4 výstupních spínacích beznapěťových reléových kontaktů zatížitelnost 2,5 A/kontakt , celkově 16A na modul
II.7	Programovací kabel	Programovací kabel pro řídicí systém přes linku RS232.
II.8	Převodník USB/RS232	Převodník USB/RS232 pro připojení programovacího kabelu k USB vstupu PC
II.9	Osobní počítač třídy PC v provedení All In One	Osobní počítač třídy PC v provedení All In One, 20" LED 1600x900 monitor, procesor min. 2550 bodů (Passmark CPU Mark), RAM 4GB DDR3, integrovaná grafická karta, HDD 500GB 7200 otáček, DVD, čtečka paměťových karet, WiFi, 2x USB 3.0, webkamera, klávesnice, myš, operační systém. Nezbytná součást pro ovládání a nastavování programovatelných automatů resp. robotů. Operační systém kompatibilní se SW používaným u programovatelného automatu.
II.10	3,5 palcová USB disketová mechanika	3,5 palcová USB disketová mechanika
Sestava měřicí přístroje		
II.11	Napájecí zdroj	Spínaný napájecí síťový zdroj v průmyslovém provedení 230V/24V, 2,5A. Provedení na lištu DIN 35.
II.12	Dvoukanálový programovatelný generátor funkcí s čítačem	<ul style="list-style-type: none"> - frekvenční rozsah generátoru: 1μHz...30MHz - frekvenční rozsah čítače: 1μHz do 200MHz - inovativní SiFi (věrnost signálu) - vzorkování 200MSa/s a rozlišení D/A převodníku 14bitů - hloubka paměti pro programování průběhů 8M bodů (16M bodů - opt.) - 160 přednastavených programovatelných průběhů - barevný TFT displej 3,5" - 320 x 240 bodů; 16M barev
II.13	Dvoukanálový digitální osciloskop	Dvoukanálový digitální osciloskop; šířka pásma 5Hz až 50MHz; barevný TFT display s úhlopříčkou 145mm a rozlišením 320 x 234 bodů; možnost uložení 10 průběhů a 10 nastavení; rozhraní 2xUSB, RS232; spouštění videesignálu PAL, SECAM, NTSC; identifikace čísla řádku TV signálu
Sestava měřicí jednotka		
II.14	Měřicí jednotka včetně ovládacího software	Modul ve spojení s počítačem přes rozhraní USB a ovládacím programem zajišťuje měření a generování analogových a číslicových signálů v sedmi měřicích módech: <ul style="list-style-type: none"> - Dvoukanálový osciloskop. - Jednokanálový generátor funkcí a jednokanálový osciloskop. - Měření voltampérových charakteristik. - Měření amplitudových a fázových frekvenčních charakteristik. - Osmikanálový logický analyzátor.

		<ul style="list-style-type: none"> - Osmikanálový logický generátor a osmikanálový logický analyzátor. - Dvoukanálový čítač. <p>Pro zajištění uvedených funkcí obsahuje modul dva diferenciální analogové vstupy (vstupní odpor 10MΩ/50pF, napěťový rozsah \pm100mV až \pm10V, frekvenční rozsah 0 až 10kHz (0,1 dB), ochrana vstupů proti přepětí do \pm40V).</p> <p>Analogový výstup rozsah bipolární \pm100mV až \pm10V, unipolární 100mV až 10V, výstupní odpor < 0,1Ω - ideální zdroj napětí - při výstupním proudu do 22mA, frekvenční rozsah 0-10kHz při poklesu o 0,1dB). Osm digitálních vstupů a výstupů standardu TTL s indikací stavu dvěma LED pro každý vstup i výstup (zelená pro log. 0, červená pro log. 1). 2 čítačové vstupy, Triger, výstupy Clk, Start, Stop, Busy. Indikace měřících módů pomocí žluté LED. Vzorkování analogových i digitálních signálů stejná a činí 1S/s až 1MS/s při 500 zobrazených vzorcích na jeden odměr. Připojení k PC přes USB.</p> <p>Rozměr: 250x150x42mm.</p> <p>Ovládací software spolu s měřicí jednotkou propojenou s počítačem umožňuje měřit a generovat analogové a číslicové signály. Zajišťuje přehledné a názorné zobrazení měřených dat různými způsoby prezentace a jejich kombinacemi v časové i frekvenční oblasti. Zajišťuje analýzu naměřených a generovaných dat, matematické operace s daty, automatický výpočet parametrů měření a diagnostiku správnosti měření. Program kromě „standardního“ měření umožňuje sekvenční paměťový záznam čtyř po sobě jdoucích synchronizovaných měření s diagnostikou do jednoho zobrazení - měření v různých místech obvodu nebo jeho změnách (měření trendu). Ovládací software zajišťuje archivaci dat v počítači a tím umožňuje využití řady funkcí operačního systému (snadný tisk, možnost využití projektoru, export do jiných programů,...).</p> <p>Požadované měřicí módy měřicí jednotky:</p> <p>Dvoukanálový osciloskop. Různé způsoby zobrazení měření (y-t, x-y, fázorové zobrazení, harmonická analýza a jejich kombinace).</p> <p>Sekvenční paměťové synchronizované měření. Volba spouštění. Jednokanálový generátor funkcí a jednokanálový osciloskop. Současné zobrazení generovaného a naměřeného průběhu. Analogový výstup s možností generování uživatelského průběhu, editace pomocí myši a použití předem definovaných průběhů. Sekvenční paměťové synchronizované měření.</p> <p>Měření voltampérových charakteristik. Volba snímacího odporu (měření proudu). Nastavení výstupního rozmítaného napětí (-10V až +10V) a doby měření (0,5ms až 500s). Sekvenční paměťové synchronizované měření.</p> <p>Měření amplitudových a fázových frekvenčních charakteristik. Frekvenční rozsah 10Hz až 10kHz. Rozsah měřícího signálu 100mV – 10V. Rozsah amplitudové charakteristiky \pm45dB, fázové charakteristiky v rozsahu \pm180°. Možnost současného zobrazení amplitudové a fázové charakteristiky, možnost zobrazení v komplexní rovině. Sekvenční paměťové synchronizované měření.</p> <p>Osmikanálový logický analyzátor. Triger interní (osmibitové slovo) nebo externí, přehledné zobrazení každé stopy (logická „0“ zeleně a logická „1“ červeně), kurzorová analýza. Osmikanálový logický generátor a osmikanálový logický analyzátor</p> <p>Současné zobrazení generovaných a naměřených osmibitových průběhů. Editace libovolných výstupních dat pomocí myši, osmibitového slova nebo po jednotlivých bitech.</p> <p>Dvoukanálový čítač</p> <p>Současné zobrazení naměřených hodnot ze dvou kanálů, 16 bitové čítání.</p>
II.15	Odporová dekáda (1-999 k Ω)	Rozsah volbou hodnoty přepínači 1k Ω - 999k Ω s krokem 1k Ω , provozní proud do 200mA, ochrana proti zkratu <20 Ω , přesnost 0,1%, akustická indikace při přetížení dekády. Zdvojené vývody, zobrazení nastavené hodnoty. Rozměr: 50x100x42 mm.
II.16	Kapacitní dekáda	Rozsah volbou hodnoty přepínači 1nF - 999nF s krokem 1nF, provozní napětí do 25V, přesnost 1%, teplotní stabilita 200ppm. Zdvojené vývody, zobrazení nastavené

		<p>hodnoty. Rozměr: 50x100x42mm.</p>
<p>II.17</p>	<p>Souprava modulů regulace</p>	<p>Modul rozdílového členu Přesný rozdílový zesilovač (zesílení = $1 \pm 0,2\%$, ofset $< \pm 1\text{mV}$, výstupní odpor $< 0,1\Omega$, $U_{out} \pm 12\text{V}$, I_{out} do $\pm 22\text{mA}$, $R_{out} < 0,1\Omega$, frekvenční rozsah 0Hz-10kHz). Zdvojené vstupní a výstupní svorky. Relé s jedním spínacím kontaktem s ochranou proti přetížení (pracovní proud do $\pm 220\text{mA}$, odpor sepnutí $< 5\Omega$, vstup TTL, indikace sepnutí a rozepnutí pomocí samostatných LED). Galvanicky odděleno od napájení.</p> <ul style="list-style-type: none"> - rozdílový zesilovač k vytváření regulační odchylky - oddělená zem zesilovače - rozkmit výstupního napětí větší než $\pm 13\text{V}$ - zkratuvzdorný výstup zesilovače - relé se spínacím kontaktem, používané např. k nastavení počáteční podmínky I-členu PID regulátoru - relé řízené logikou TTL - výstup relé chráněn proti proudovému přetížení <p>Rozměr: 50x100x42mm.</p> <p>Modul PID regulátoru Univerzální PID regulátor s možností zapojení všech tří složek bez vzájemného ovlivnění. Parametry se nastaví pomocí dvoukolíkových součástek (předtištěné schematické značky) a vestavěných operačních zesilovačů. Proporcionální člen (vstupní a zpětnovazební rezistor), integrační člen (vstupní rezistor a zpětnovazební kondenzátor s možností přemostění), derivační člen (vstupní kondenzátor v sérii s tlumícím rezistorem a zpětnovazební rezistor). Přesný sumátor pro tři signály (zesílení = $1 \pm 0,2\%$, ofset $< \pm 2\text{mV}$, $U_{out} < \pm 12\text{V}$, I_{out} do $\pm 22\text{mA}$, $R_{out} < 0,1\Omega$). Zdvojené vstupní a výstupní svorky. Galvanicky odděleno od napájení.</p> <ul style="list-style-type: none"> - modul obsahuje regulační členy P, I a D - modul obsahuje 3vstupový sumátor s jednotkovým koeficientem přenosu pro všechny vstupy - možnost paralelního i kaskádního řazení členů - nezávislé nastavení parametrů jednotlivých členů (zesílení a časové konstanty) - rozkmit výstupního napětí $\pm 12\text{V}$ - zkratuvzdorné výstupy členů i sumátoru <p>Rozměr: 100x100x42mm.</p> <p>Modul zpožďovacích členů Čtyři samostatné zpožďovací členy RC (dvoukolíkové součástky a vestavěný operační zesilovač – sledovač). Sledovač (zesílení = $1 \pm 0,2\%$, ofset $< \pm 2\text{mV}$, frekvenční rozsah 0 - 10kHz, $U_{out} \text{ max } \pm 12\text{V}$, $I_{out} \text{ max } \pm 22\text{mA}$, $R_{out} < 0,1\Omega$). Zdvojené vstupní a výstupní svorky. Galvanicky odděleno od napájení.</p> <ul style="list-style-type: none"> - čtyři nezávislé zpožďovací členy 1. řádu - RC články oddělené zesilovačem – členy se po vzájemném propojení neovlivňují - možnost paralelního i kaskádního řazení RC článků - nezávislé nastavení časové konstanty jednotlivých členů - rozkmit výstupního napětí větší než $\pm 13\text{V}$ - zkratuvzdorné výstupy členů <p>Rozměr: 100x100x42mm.</p>

II.18	Modul soustavy motor – generátor	<p>Soustava dvou souose spojených identických motorů, tachodynamu a optického enkodéru pomocí kvalitní třídílné spojky. Motory: (bezželezný rotor, $U_{max} \pm 12V$, rozběhové napětí soustavy $< \pm 0,5V$, výkon motoru 3,8W). Tachodynamo (převod 1V/1000ot/min, přesnost $\pm 2\%$). Optický enkodér (100 pulsů na otáčku, dekódování směru otáčení, indikace pomocí samostatné LED, možnost připojení mikroprocesoru pro další zpracování informace). Zobrazení otáček motoru červeným sedmisegmentovým LED displejem (volba ot/min nebo ot/sec pomocí tlačítka). Dva samostatné výkonové budiče (zesílení $1 \pm 0,5\%$, ofset $< 10mV$, $U_{out} \max \pm 12V$, $I_{out} \max \pm 1A$, $R_{out} < 0,1\Omega$, ochrana proti přehřátí a zkratu). Převodník napájecího proudu pro oba motory samostatně (převod 1A/10V, přesnost $\pm 2\%$). Převodník otáček na napětí (převod 1V/1000ot/min, přesnost $\pm 2\%$). Normovací zesilovač (zesílení $1 \pm 0,5\%$ až $2 \pm 10\%$, změna zesílení v krocích $< 0,02$, ofset $< \pm 2mV$, nastavení pomocí tlačítek, indikace na displeji). Možnost připojení zátěže realizované dvoukólikovou součástkou na libovolný motor. Možnost napájení motorů z jiných zdrojů. Ochrany motorů (proti přetížení napětím, proti true RMS výkonovému přetížení, ochrana soustavy před vysokými otáčkami, při překročení libovolného chráněného limitu, dojde k odpojení chráněné části a následnému zobrazení chyby na displeji, odblokování pomocí samostatného tlačítka). Vestavěný sledovač (zesílení $1 \pm 0,2\%$, ofset $< \pm 2mV$, možnost zapojení RC filtru). Zdvojené vstupy a výstupy modulu. Napájení externím zdrojem $\pm 15V$, $+5V$.</p> <ul style="list-style-type: none"> - soustava dvou stejnosměrných motorů souose spojených pružnou spojkou - motory s bezželezovou technologií rotoru s nízkým třením, velmi malým rozběhovým napětím a vysokou účinností - precizně provedená mechanika s nízkými ztrátami - nezávislé buzení obou motorů zesilovači s ochranou proti přetížení - možnost použití 2. motoru jako zátěž 1. motoru - možnost využití v regulační technice i pro měření charakteristik malých stejnosměrných motorů - snímání otáček tachodynamem s velmi malým momentem setrvačnosti a optickým snímačem s převodníkem f/U - zobrazení otáček (r/min, r/sec) a směru otáčení - možnost změny zesílení zesilovače tachodynamu pro normování přechodových charakteristik - možnost filtrace výstupního napětí tachodynamu - zobrazení chybových stavů modulu na displeji LED <p>Rozměr: 250x150x42mm</p>
II.19	Zdroj $\pm 15V$, $+5V$	<p>Externí zdroj $+5V/4A$, $\pm 15V/0,8A$ (zkratuvedorný, výstupní kabel s konektorem DIN5, stabilita $< \pm 6\%$, zdroj splňuje bezpečnostní standardy EN60950, EN55022, EN61000, přívodní kabel IEC320). Na výstupu pojistka proti zkratu a proti přepětí s automatickým zotavením.</p> <p>Rozměr: 146x76x43mm.</p>
II.20	Zdroj $+5V$	<p>Externí síťový spínaný zdroj napájecího napětí splňuje bezpečnostní standardy EN60950, IEC950, EN55022. Přívodní dvou vodičový kabel s konektorem IEC320. Pevně připojený výstupní kabel délky 40 cm se zlacenými bezpečnostními konektory průměru 2mm. Na výstupu pojistka proti zkratu a proti přepětí s automatickým zotavením. Výstupní napětí $5V \pm 6\%$, výstupní proud 4A.</p> <p>Rozměr: 110x50x20mm.</p>
II.21	Rozvod napájení univerzální	<p>Rozvod napájení s rámečky pro umístění měřené úlohy. Obsahuje rámeček pro měřicí jednotku a prostor až pro osm modulů rozměrů 50x100mm nebo jeden modul 250x150mm a tři moduly 50x100mm. Svorkovnice obsahuje zlacené vstupní a zdvojené výstupní bezpečnostní 2mm konektory a vypínač napájecího napětí s indikací LED. Lišta pro napájení modulů je opatřena zdvojenými zdírkami s</p>

		hyperbolickými kontakty pro kabelové kolíky průměru 1,5mm pro napájení každého modulu a 4x samostatný ostrůvek se 4 zdíčkami. Rozvod napájení s rámečky pro umístění měřené úlohy na stole, vhodné pro úlohy měřené s podporou počítače. Rozměr: 490x400x45mm.
II.22	Rozvod napájení pro 8 modulů	Obsahuje jediný rámeček pro osm modulů 50x100 mm nebo čtyři moduly 100x100 mm. Zdvojené zdíčky pro napájení modulů, čtyři ostrůvky se čtveřicí propojených zdíček (HYPCON 1,5mm). Napájení rozvodu zlacenými bezpečnostními konektory o průměru 2mm. Rozvod vhodný pro úlohy bez měřicí jednotky nebo jako rozšíření univerzálního rozvodu napájení. Rozvod napájení s rámečky pro umístění měřené úlohy na stole, vhodné pro úlohy měřené s podporou počítače. Rozměr: 490x185x35 mm.
II.23	Set dvoukolíkových prvků	Obsahuje diskrétní prvky viditelně umístěné na dvoukolíkovém konektoru 6x12x14 mm s jemně výkyvnými zlacenými kolíky o rozteči 5 mm. Vysoká přesnost a stabilita parametrů, velmi nízké hodnoty parazitních parametrů. Souprava obsahuje 30 přesných RC součástek: rezistory - 1x 1Ω (0,5%, 50ppm), 2x 10Ω (0,2%, 25ppm), zbývající rezistory 0,1%, 25ppm - 2x 100Ω, 1x 200Ω, 1x 500Ω, 2x 1kΩ, 1x 2kΩ, 1x 5kΩ, 2x 10kΩ, 1x 20kΩ, 1x 50kΩ, 2x 100kΩ, 1x 200kΩ, 1x 500kΩ, 2x 1MΩ, 1x 10MΩ (0,2%, 50ppm), kondenzátory (1%, 200ppm) - 2x 1nF, 1x 3.3nF, 2x 10nF, 1x 33nF, 2x 100nF. 30 ostatních dvoukolíkových součástek: bipolární kondenzátory (20%, 35V) - 1x 1μF, 1x 3.3μF, 1x 10μF, 1x 33μF, 1x 100μF, diody - 4x Si, 1x Schottky, 1x ZD2V4, 1x ZD3V0, 1x 3V6, 1x 4V3, 2x LED červená, 2x LED zelená, 1x LED žlutá, 1x LED modrá, 1x NTC, 1x PTC, 8x spojka.
II.24	Set propojovacích kabelů	Ohebný vodič se silikonovou izolací, průřez měděného jádra 0,25 mm ² , zlacené kolíky o průměru 1,5 mm, zalisované ohebné koncovky. Sondy – dvojitovodičové kabely s barevně odlišenými koncovkami. Souprava obsahuje 50 kusů vodičů (8x napájecí +pól, 8x napájecí -pól, 10x žlutý - 15cm, 10x modrý - 20cm, 8x zelený 30cm, 4x červený - 40cm, 2x bílý – 50cm) a 5 kusů sond (1x modrá - 25cm, 1x žlutá - 25cm, 1x modrá - 55cm, 2x žlutá - 55cm).
II.25	Kabel přechodový BNC/1,5mm	BNC kabel 50Ω délky 70cm, ohebný vodič se silikonovou izolací, průřez měděného jádra 0,25 mm ² , zalisované ohebné koncovky na zlacené kolíky o průměru 1,5 mm.
II.26	Kabel přechodový 4mm/1,5mm	Přechodový kabel délky 50cm, 4mm koncovka, ohebný vodič se silikonovou izolací, průřez měděného jádra 0,25 mm ² , zalisované ohebné koncovky na zlacené kolíky o průměru 1,5 mm.
Sestava měřicí moduly a přístroje		
II.27	Generátor funkcí	Programovatelný generátor sinusového, obdélníkového a trojúhelníkového napětí (DDS). Amplituda 50mV - 10V, krok 1mV, přesnost 0,1%, ofset 0mV až ± 9,95V, krok 1mV do ±1V a dále 10mV, přesnost ±2mV a 0,1%. Součet amplitudy a absolutní hodnoty ofsetu <10V. Frekvenční rozsah 0,01Hz - 10kHz, krok 0,01Hz do 1kHz a dále 0,1Hz. Přesnost 5ppm. Průběhy indikované samostatnými LED. Galvanicky oddělený diferenciální výstup, výstupní odpor <0,1Ω, výstupní proud do ±22mA, elektronická automatická pojistka proti přetížení výstupu (indikace červenou LED - deaktivace pomocí tlačítka). Synchronizační výstup (úroveň TTL) Současné zobrazení dvou veličin - frekvence a amplitudy či ofsetu (sedmisegmentovými LED displeji). Volba průběhu generovaného napětí (sinus, obdélník, trojúhelník), volba nastavované veličiny (frekvence, amplituda, ofset) a nastavení její hodnoty pomocí tlačítek s mikrospínači. Tlačítko InIt – nastavení počátečních podmínek. Rozměr: 100x100x42mm.

II.28	Programovatelný DC zdroj	Procesorem řízený zdroj vysoce stabilního stejnosměrného napětí. Rozsah $\pm 10V$, možnost nastavení s krokem 1mV, přesnost $\pm 1mV$ a 0,02%, jemné nastavení s krokem 80 μV $\pm 10\%$ (možnost zapamatování jemného nastavení). Inkrementální nastavení napětí pomocí dvou tlačítek s mikrosčinači (nahoru - dolů) samostatně pro každou dekádu. Galvanicky oddělený plovoucí výstup, výstupní proud do $\pm 22mA$, výstupní odpor $< 0,1\Omega$ (ideální zdroj napětí). Elektronická automatická pojistka proti přetížení výstupu (indikace červenou LED - deaktivace pomocí tlačítka). Zobrazení výstupního napětí sedmisegmentovým LED displejem. Paměť pro 8 hodnot napětí (tlačítka Write, Read, Clear). Možnost volby limitů při nastavování napětí (tlačítka Max, Min, Init). Rozměr: 100x100x42mm.
II.29	Voltmetr DC & AC RMS	Stejnoseměrný (4,5 místný) a střídavý (3,5 místný – skutečná efektivní hodnota true RMS) voltmetr. Volba módu DC/AC tlačítkem a signalizace módu dvěma LED. Galvanicky oddělený plovoucí vstup. DC: vstupní rozsah 200mV, 2V, 20V, přesnost $\pm (0,05\% + 5 \text{ digit})$, Rin 10M Ω (mžno st přepnutí tlačítkem pro 200mV a 2V na Rin $> 10G\Omega$). AC: vstupní rozsah 200mV, 2V, 20V, přesnost $\pm (1\% + 5 \text{ digit})$, true RMS v rozsahu 10Hz-10kHz, Rin 10M Ω , Cin $< 50pF$. Přepínání rozsahů automatické, nebo manuální (přepínací tlačítko a indikační LED). Červený sedmisegmentový LED displej. Matematické operace - Min, Max, Null, Hold (ovládání samostatnými tlačítky a indikace samostatnými LED). Indikace odměru. Rozměr: 100x100x42mm.
II.30	Modul prvků	Univerzální propojovací pole. 8 paralelních kombinací zdířek pro dvoukolíkové součástky umožňuje kombinovat paralelní, sériové a můstkové zapojení. Vestavěný zdroj pevného DC napětí 10,000V \pm 2mV, jemné doladění výstupního napětí v rozsahu $\pm 13mV \pm 10\%$ v krocích 0,4mV. Možnost připojení vnějšího zdroje. Výstupní proud do $\pm 22mA$, Rout $< 0,1\Omega$ (ideální zdroj napětí), Galvanicky oddělený výstup chráněný proti přetížení elektronickou pojistkou s indikací. Rozměr: 100x100x42mm.
II.31	Modul operačního zesilovače	Modul umožňuje základní zapojení s OZ. Obsahuje 3 kladné vstupní větve pro 4 dvoukolíkové součástky, 3 záporné vstupní větve pro 4 dvoukolíkové součástky, kladný zpětnovazební dělič, záporný zpětnovazební dělič, záporná zpětná vazba - dvě sériově spojené součástky, výstupní dělič. AGND vodič - minimálně 6 zdířek, vstupy a výstupy se zdvojenými zdířkami. Výstupní proud v rozsahu $\pm 22mA$ - při přetížení indikace červenou LED, indikace saturačních napětí žlutou LED pro Uout $> \pm 11V$. Ofset $< 50\mu V$, vstupní proud $< 50pA$, zesílení $> 120dB$. Galvanicky odděleno od napájení. Rozměr: 100x100x42mm.
II.32	Modul výkonového zesilovače	Výkonový operační zesilovač s elektronickou pojistkou proti teplotnímu a proudovému přetížení (s indikacemi samostatnými LED). V případě přetížení je výstup odpojen (tlačítko uvolnění přetížení). Napěťový rozsah $\pm 12V$, zesílení $1 \pm 0,5\%$, ofset $< \pm 10mV$, frekvenční rozsah 0Hz - 10kHz při poklesu o 0,1dB. Rin=100k $\Omega \pm 1\%$, Rout $< 0,1\Omega$, výstupní proud v rozsahu $\pm 200mA$. Výstup galvanicky oddělený od napájení. Rozměr: 50x100x42mm.
II.33	Modul bipolárního tranzistoru NPN	Propojovací pole pro přehledné měření tranzistoru, zdvojené vstupy a výstupy, možnost zapojení zátěže složené ze dvou dvoukolíkových součástek sériově, možnost můstkové stabilizace pracovního bodu. Možnost zapojení oddělovacích kondenzátorů na vstupu a na výstupu, možnost zapojení filtračního kondenzátoru na E. Ochranný rezistor ve větvi C a ve větvi B - vyřazení ochran tranzistoru propojkami. Rozměr: 100x100x42mm.
II.34	Modul unipolárního tranzistoru JFET-N	Propojovací pole pro přehledné měření unipolárního tranzistoru, zdvojené vstupy a výstupy, možnost zapojení zátěže složené ze dvou dvoukolíkových součástek sériově, možnost můstkové stabilizace pracovního bodu. Možnost zapojení oddělovacích

		kondenzátorů na vstupu a na výstupu, možnost zapojení filtračního kondenzátoru na S. Ochranný rezistor ve větvi D a ve větvi G - vyřazení ochran tranzistoru propojkami. Rozměr: 100x100x42mm.
II.35	Modul tyristoru	Propojovací pole pro přehledné měření tyristoru, zdvojené vstupy a výstupy, možnost zapojení zátěže složené ze dvou dvoukolíkových součástek sériově. Ochranný rezistor ve větvi A a ve větvi G - vyřazení ochran tyristoru propojkami. Rozměr: 100x100x42mm.
II.36	Odporová dekáda (20-1019 Ohm)	Rozsah 20Ω - 1019Ω s krokem 1Ω, provozní proud do 200mA, přesnost 20Ω - 119Ω 0,5%, teplotní stabilita 50ppm, 120Ω - 1019Ω přesnost 0,1%, teplotní stabilita 25ppm, akustická indikace při přetížení dekády. Zdvojené vývody, zobrazení nastavené hodnoty. Rozměr: 50x100x42mm.
II.37	Odporová dekáda (1-999 kΩ)	Rozsah 1kΩ - 999kΩ s krokem 1kΩ, provozní proud do 200mA, ochrana proti zkratu <20Ω, přesnost 0,1%, teplotní stabilita 25ppm, akustická indikace při přetížení dekády. Zdvojené vývody, zobrazení nastavené hodnoty. Rozměr: 50x100x42 mm.
II.38	Kapacitní dekáda	Rozsah 1nF - 999nF s krokem 1nF, provozní napětí do 25V, přesnost 1%, teplotní stabilita 200ppm. Zdvojené vývody, zobrazení nastavené hodnoty. Rozměr: 50x100x42mm.
II.39	Kapacitní sestava	Sestava kapacit hodnot 1μF, 2μF, 2μF a 5μF s možností paralelního spojování. Provozní napětí do 25V, přesnost 1%, teplotní stabilita 200ppm. Zdvojené vývody. Rozměr: 50x100x42mm.
II.40	Modul indukčnosti	Indukčnost 1H, přesnost 1% pro pracovní rozsah 1Hz-1kHz, $R_s=35\Omega \pm 10\%$, provozní proud do 200mA. Omezení přepětí na $\pm 15V$. $Q>150$ při 1kHz a amplitudě 1V. Zdvojené vývody.
II.41	Modul transformátoru	Modul transformátoru se systémem ochran a zapojovacím polem. Poměr závitů 1:1, odbočka v polovině sekundárního vinutí, odpor vinutí $5\Omega \pm 20\%$, provozní proud <250mA, omezení přepětí vstupu a výstupu na $\pm 15V$. Pracovní napětí - harmonický signál do 10V, zdvojené vstupní a výstupní zdíčky, možnost připojení výstupního filtru - 3 dvoukolíkové součástky, možnost měření vstupního a výstupního proudu - 1 dvoukolíková součástka. Rozměr: 100x100x42mm.

V případě požadavku na výkon procesoru a grafické karty stanovený minimální bodovou hodnotou v benchmarku bude zadavatel využívat srovnání na URL adresách www.cpubenchmark.net a www.videocardbenchmark.net. Podle těchto tabulek bude zadavatel kontrolovat splnění požadovaných hodnot.