**Specifikace předmětu plnění pro ČÁST 1**

**Výukové sady pro výuku číslicové a analogové techniky**

**5 ks Sada pro výuku měření analogových a logických veličin**

Sada musí umožnit ve spolupráci s obslužným programem měření a generování analogových a číslicových signálů, s připojením k počítači PC kompatibilnímu (není součástí dodávky) přes USB.

**Požadavky na sadu:**

1. Nejméně 2 diferenciální analogové vstupy:

* vstupní odpor ≥10MΩ/50pF,
* napěťový rozsah minimálně ±100mV až ±10V,
* frekvenční rozsah minimálně 0 až 10kHz,
* ochrana vstupů proti přepětí minimálně ±40V.

2. Nejméně 1 analogový výstup:

* rozsah bipolární minimálně ±100mV až ±10V,
* unipolární minimálně 100mV až 10V,
* výstupní odpor < 0,1Ω - ideální zdroj napětí
* výstupním proudu >20mA,
* frekvenční rozsah minimálně 0-10kHz při poklesu o max. 0,1dB.

3. Nejméně osm digitálních vstupů a výstupů standardu TTL:

- s indikací stavu dvěma samostatnými barevně rozlišenými diodami LED pro každý vstup i

výstup,

- dva čítačové vstupy, Triger, výstupy Clk, Start, Stop, Busy,

- optická indikace měřicích módů.

Pro všechny vstupy:

* vzorkování v rozsahu minimálně 1S/s až 1MS/s,
* paměť pro nejméně 500 vzorků na kanál na jeden odměr.

V ceně sady obslužný program pro operační systém 100% kompatibilní s MS Windows 8, umožňující různé režimy funkce, nejméně:

* osciloskop, nejméně 2 kanály s možností volby zobrazení: y-t, x-y, fázorové zobrazení, harmonická analýza a jejich kombinace,
* generátor funkcí a osciloskop se současným zobrazením generovaného a naměřeného průběhu,
* měření voltampérových charakteristik s nastavením výstupního rozmítaného napětí nejméně v rozsahu -10V až +10V a doby měření min. v rozsahu 0,5ms až 500s,
* měření amplitudových a fázových frekvenčních charakteristik, s frekvenčním rozsahem min. 10Hz až 10kHz, rozsah měřicího signálu nejméně 100mV – 10V, rozsah amplitudové charakteristiky min. ±45dB, fázové charakteristiky min. ±180°, možnost současného zobrazení amplitudové a fázové charakteristiky, možnost zobrazení v komplexní rovině,
* logický analyzátor, nejméně 8 kanálů, triger interní i externí,
* logický generátor a logický analyzátor, nejméně 8 kanálů, současné zobrazení generovaných a naměřených průběhů,
* čítač, nejméně 2 kanály, rozsah čítání min. 16 bitů, současné zobrazení naměřených dat.

**5 ks Sada pro výuku funkce analogových polovodičových prvků**

**Požadavky na prvky sady:**

1. Univerzální propojovací pole:

* nejméně 8 paralelních kombinací zdířek pro dvoukolíkové součástky,
* možnost kombinovat paralelní, sériové a můstkové zapojení,
* s vestavěným zdrojem pevného stejnosměrného napětí 10 V, výstupní proud >20 mA, Rout < 0,1 Ω, s galvanickým oddělením, s elektronickou pojistkou s indikací.

1. Modul operačního zesilovače:

- nejméně 3 kladné vstupní větve pro nejméně 4 dvoukolíkové součástky,

- nejméně 3 záporné vstupní větve pro nejméně 4 dvoukolíkové součástky,

- kladný zpětnovazební dělič,

- záporný zpětnovazební dělič,

- záporná zpětná vazba s možností připojit min. dvě sériově spojené součástky,

- výstupní dělič,

- výstupní proud > ±20 mA s indikací přetížení,

- indikace saturačních napětí,

- ofset <50µV, vstupní proud <50pA, zesílení >120dB.

1. Modul bipolárního tranzistoru NPN:

- propojovací pole min. se 2 vstupy a výstupy na každou větev,

- možnost zapojení zátěže složené z více dvoukolíkových součástek sériově,

- možnost můstkové stabilizace pracovního bodu,

- možnost zapojení oddělovacích kondenzátorů na vstupu a na výstupu,

- možnost zapojení filtračního kondenzátoru na emitor,

- ochranný rezistor na kolektoru a bázi s možností vyřazení propojkami.

V ceně sady obslužný program pro operační systém 100% kompatibilní s MS Windows 8, umožňující různé režimy funkce, nejméně:

* osciloskop, nejméně 2 kanály s možností volby zobrazení: y-t, x-y, fázorové zobrazení, harmonická analýza a jejich kombinace,
* generátor funkcí a osciloskop se současným zobrazením generovaného a naměřeného průběhu,
* měření voltampérových charakteristik s nastavením výstupního rozmítaného napětí nejméně v rozsahu -10V až +10V a doby měření min. v rozsahu 0,5ms až 500s,
* měření amplitudových a fázových frekvenčních charakteristik, s frekvenčním rozsahem min. 10Hz až 10kHz, rozsah měřicího signálu nejméně 100mV – 10V, rozsah amplitudové charakteristiky min. ±45dB, fázové charakteristiky min. ±180°, možnost současného zobrazení amplitudové a fázové charakteristiky, možnost zobrazení v komplexní rovině,
* logický analyzátor, nejméně 8 kanálů, triger interní i externí,
* logický generátor a logický analyzátor, nejméně 8 kanálů, současné zobrazení generovaných a naměřených průběhů,
* čítač, nejméně 2 kanály, rozsah čítání min. 16 bitů, současné zobrazení naměřených dat.

**2x Sada pro výuku chování diskrétních součástek "kondenzátor" a "cívka"**

**Požadavky na prvky sady:**

1. Programovatelný generátor sinusového, obdélníkového a trojúhelníkového napětí (DDS):

- možnost nastavení amplitudy nejméně v rozsahu 50mV až 10V s krokem cca 1 mV, přesnost

min. 0,1%,

- možnost nastavení offsetu v rozsahu min. 0 mV až ± 9,95 V s krokem cca 1mV až 10mV,

přesnost nejméně ±2 mV a 0,1%,

- součet amplitudy a absolutní hodnoty ofsetu <10V,

- frekvenční rozsah nejméně 0,01Hz - 10kHz, krok 0,01Hz do 1kHz a dále 0,1Hz, přesnost

nejméně 5ppm,

- galvanicky oddělený diferenciální výstup, výstupní odpor <0,1Ω, výstupní proud >±20 mA,

elektronická automatická pojistka proti přetížení výstupu s indikací,

- synchronizační výstup na úrovni TTL,

- současné zobrazení nastavené frekvence a amplitudy či ofsetu s možností nastavení,

- možnost volby průběhu generovaného napětí - sinus, obdélník, trojúhelník,

- nastavování všech parametrů tlačítky s mikrospínači.

2. Kapacitní zátěž

- rozsah min. 1nF až 999nF s krokem 1nF,

- Q>150 při 1kHz a amplitudě 1V,

- provozní napětí min. 25V,

- přesnost 1%, 200ppm,

- zdvojené vývody,

- zobrazení nastavené hodnoty.

3. Indukční zátěž

- indukčnost cca 1H,

- přesnost 1% pro pracovní rozsah 1Hz-1kHz,

- Rs=35Ω ±10%,

- provozní proud až 200mA,

- omezení přepětí na ±15V,

- zdvojené vývody.

**1x Sada pro výuku principů třífázových soustav**

**Požadavky na prvky sady:**

1. Modul procesorem řízeného generátoru tří fázově posunutých harmonických napětí

* pevná frekvence 50 Hz,
* stabilita kmitočtu nejméně 50 ppm,
* tři analogové galvanicky oddělené výstupy,
* fázový posun 120 ° ±1 °,
* rozsah amplitudy minimálně v rozsahu 100 mV až 10 V,
* krok nastavení cca 1mV,
* přesnost amplitudy ≤1 %, offset <5 mV,
* zobrazení amplitudy či efektivní hodnoty s přepínačem,
* výstupní proud v každé fázi do 8 mA, Rout < 0,1 Ω,
* indikace přetížení.

1. Modul zátěže

* Volba zapojení do hvězdy a do trojúhelníku
* možnost zapojení dvou součástek paralelně a jedné sériově pro každou větev hvězdy či trojúhelníku,
* proudové snímače s převodem 1mA/1V a přesností 1 % pro každou napájecí větev včetně zemnícího vodiče a pro každou větev při zapojení do trojúhelníku,
* zdvojené vstupní zdířky zátěžové části.

**1x Sada pro výuku chování diskrétních součástek "odpor"**

**Požadavky na prvky sady:**

1. Voltmetr

- stejnosměrný a střídavý rozsah,

- zobrazení skutečné efektivní hodnoty (true RMS),

- volba módu DC/AC tlačítkem se signalizací,

- galvanicky oddělený plovoucí vstup,

- stejnosměrný rozsah - vstupní rozsah nejméně 200 mV, 2 V, 20 V, přesnost ±(0,05% + 5

digit), Rin ≥10MΩ,

- střídavý rozsah - vstupní rozsah nejméně 200 mV, 2 V, 20 V, přesnost ±(1% + 5 digit), true

RMS v rozsahu min. 10 Hz-10 kHz, Rin ≥10 MΩ, Cin <50 pF,

- přepínání rozsahů automatické a manuální s tlačítky a indikací,

- matematické operace, každá vlastním tlačítkem - Min, Max, Null, Hold.

1. Odporová dekáda

- rozsah nejméně 1 kΩ – 999 kΩ s krokem po 1 kΩ,

- provozní proud min 200 mA,

- ochrana proti zkratu <20Ω,

- přesnost ≤ 0,1%, 25ppm,

- akustická indikace při přetížení,

- zdvojené vývody,

- zobrazení nastavené hodnoty.

**1x Sada pro výuku vyhodnocování logických signálů**

**Požadavky na prvky sady:**

1. Časová základna

- krystalem řízený oscilátor a dělička frekvence,

- logické úrovně TTL,

- rozsah frekvencí min. 1 Hz až 100 kHz (50ppm),

- 6 samostatných výstupů v logaritmické stupnici,

- samostatná dělička frekvence - pevné dělicí poměry min. 2, 5, 10, 20, 50,

- funkce Start, Clear řešené tlačítkem a vstupem TTL.

1. Logický volič

- nejméně osmikanálový volič logických úrovní TTL s chráněnými výstupy,

- tlačítková volba úrovně s ošetřením proti zákmitům,

- indikace volby stavu každého kanálu,

- možnost ovládání spínáním a přepínáním,

- možnost nastavit na všech výstupech novou kombinaci stavů v jednom okamžiku,

- možnost uvedení výstupů do třetího stavu,

- tlačítka mechanická s mikrospínači s kovovými hmatníky.

1. Logická sonda

- min.osmikanálová třístavová logická sonda TTL,

- indikace všech 3 stavů (např.2 LED),

- indikace logických úrovní binárně a hexadecimálně pro každou čtveřici vstupů,

- vstup Mem - zapamatování zjištěných stavů,

- tlačítka mechanická s mikrospínači s kovovými hmatníky.

**1x Sada pro výuku řízení soustavy motor - generátor**

Požadavky na prvky soustavy dvou souose spojených identických motorů, tachodynama a optického enkodéru pomocí kvalitní, nejlépe třídílné spojky:

1. Motory

- bezželezný rotor,

- Umax ±12V,

- rozběhové napětí soustavy <±0,5 V,

- výkon motoru 3 až 4 W,

- samostatné výkonové budiče se zesílením 1 a přesností ±0,5 %, ofset <10mV, Uout max ±12V, Iout max ±1A, Rout <0,1Ω, ochrana proti přehřátí a zkratu.

1. Tachodynamo

- převod 1V/1000ot/min,

přesnost ±2%).

1. Optický enkodér

- 100 pulsů na otáčku,

- dekódování směru otáčení,

- zobrazení otáček motoru na displeji s možností volby ot/min nebo ot/sec tlačítkem.

1. Normovací zesilovač

- zesílení min. v rozsahu 1 ±0,5% až 2 ±10%,

- změna zesílení v krocích <0,02, ofset <±2 mV,

- nastavení pomocí tlačítek,

- indikace na displeji.

Sada musí mít možnost připojení zátěže realizované dvoukolíkovou součástkou na libovolný motor, možnost napájení motorů z jiných zdrojů, ochranu motorů proti přetížení napětím, proti true RMS výkonovému přetížení, ochranu soustavy před vysokými otáčkami - při překročení libovolného chráněného limitu indikace chyby, odblokování pouze pomocí samostatného tlačítka. Možnost napájení sady externím zdrojem.

**1x Sada pro výuku regulace**

**Požadavky na prvky sady:**

1. Modul rozdílového členu

- přesný rozdílový zesilovač,

- zesílení 1 + 0,2 %,

- ofset <±1 mV,

- výstupní odpor <0,1 Ω,

- Uout ±12 V, Iout ≥ ±20 mA, Rout <0,1Ω,

- frekvenční rozsah 0Hz-10kHz,

-zdvojené vstupní a výstupní svorky.

1. Modul PID regulátoru

- univerzální PID regulátor s možností zapojení všech tří složek bez vzájemného ovlivnění,

- nastavení parametrů pomocí dvoukolíkových součástek 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 tlumicím rezistorem a zpětnovazební rezistor,

- přesný sumátor pro tři signály,

- zdvojené vstupní a výstupní svorky,

- galvanicky odděleno od napájení.

1. Modul zpožďovacích členů

- min. čtyři samostatné zpožďovací členy RC

- dvoukolíkové součástky a vestavěný operační zesilovač – sledovač,

- zesílení 1 + 0,2 %, ofset <±2 mV, frekvenční rozsah min. 0 -10 kHz,

- Uout ±12V, ≥ ±20 mA, Rout <0,1Ω,

- zdvojené vstupní a výstupní svorky,

- galvanicky odděleno od napájení.

1. Univerzální modul číslicových obvodů řady 74

- náhrada typů obvodů minimálně 7400, 7402, 7404, 7408, 7410, 7420, 7430, 7432, 7474,

7475, 7485, 7486, 7490, 7493, 74112, 74138, 74151, 74153, 74157, 74164, 74193, 74194,

74283, 74373,

-se schematickým znázorněním obvodu,

- chráněné vstupy a výstupy,

- zdvojený konektor na vstupech a výstupech.

**2x Sada pro výuku a ověřování chování základních elektrických zákonů**

**Požadavky na prvky sady:**

* moduly obsahují diskrétní prvky viditelně umístěné na dvoukolíkovém zlaceném konektoru,
* moduly součástek rozměrově kompatibilní s ostatními sadami,
* sestava diskrétních modulů rezistorů obsahuje nejméně:
  + 1x 1 Ω (≤ 0,5 %, ≤ 50 ppm),
  + 2x 10 Ω (≤ 0,2 %, ≤ 25 ppm),
  + 2x 100 Ω (≤ 0,1%, ≤ 25ppm),
  + 1x 200 Ω (≤ 0,1%, ≤ 25ppm),
  + 1x 500 Ω (≤ 0,1%, ≤ 25ppm),
  + 2x 1 kΩ (≤ 0,1%, ≤ 25ppm),
  + 1x 2 kΩ (≤ 0,1%, ≤ 25ppm),
  + 1x 5 kΩ (≤ 0,1%, ≤ 25ppm),
  + 2x 10 kΩ (≤ 0,1%, ≤ 25ppm),
  + 1x20 kΩ (≤ 0,1%, ≤ 25ppm),
  + 1x 50 kΩ (≤ 0,1%, ≤ 25ppm),
  + 2x 100 kΩ (≤ 0,1%, ≤ 25ppm),
  + 1x 200 kΩ (≤ 0,1%, ≤ 25ppm),
  + 1x 500 kΩ (≤ 0,1%, ≤ 25ppm),
  + 2x 1 MΩ (≤ 0,1%, ≤ 25ppm),
  + 1x 10 MΩ (≤ 0,1%, ≤ 25ppm),
* sestava diskrétních modulů kondenzátorů obsahuje nejméně:
  + 2x 1 nF (≤ 1 %, ≤200 ppm),
  + 1x 3,3 nF (≤ 1 %, ≤200 ppm),
  + 2x 10 nF (≤ 1 %, ≤200 ppm),
  + 1x 33 nF (≤ 1 %, ≤200 ppm),
  + 2x 100 nF (≤ 1 %, ≤200 ppm),
* další moduly diskrétních součástek minimálně:
  + bipolární kondenzátor 1x 1 µF (≤ 1 %, ≤ 200ppm),
  + bipolární kondenzátor 1x 3.3 µF (≤ 1 %, ≤ 200ppm),
  + bipolární kondenzátor 1x 10 µF (≤ 1 %, ≤ 200ppm),
  + bipolární kondenzátor 1x 33 µF (≤ 1 %, ≤ 200ppm),
  + bipolární kondenzátor 1x 100 µF (≤ 1 %, ≤ 200ppm),
  + 4x univerzální křemíková dioda min. 100 mA/50 V
  + 1x Shottkyho dioda,
  + Zenerova dioda 1x 2,4 V,
  + Zenerova dioda 1x 3 V,
  + Zenerova dioda 1x 3,6 V,
  + Zenerova dioda 1x 4,3 V,
  + dioda LED 2x červená, 2x zelená, 1x žlutá, 1x modrá,
  + teplotní sonda 1x NTC 1 kΩ,
  + 1x NTC, 8x spojka,
* rozvod napájení pro 8 modulů
  + zdvojené zdířky pro napájení modulů,
  + čtyři ostrůvky se čtveřicí propojených zdířek,
  + napájení rozvodu zlacenými bezpečnostními konektory o průměru 2mm,
* souprava propojovacích kabelů v přehledném zásobníku
  + ohebný vodič se silikonovou izolací,
  + průřez měděného jádra ≥0,25 mm2,
  + zlacené kolíky o průměru 1,5 mm,
  + zalisované ohebné koncovky,
  + nejméně 12x červený, 12x zelený, 10x žlutý, 10x modrý, 2x bílý v délce 15 až 50cm,
* sada sond
  + 5 kusů,
  + dvojvodičové kabely s barevně odlišenými koncovkami,
  + délka 25-55 cm.

**1x Sada pro měření charakteristik napájecích zdrojů**

**Požadavky na prvky sady:**

* zdroj +5 V
  + externí síťový spínaný zdroj napájecího napětí,
  + výstupní napětí 5 V ±6 %, výstupní proud 4 A,
  + splňuje bezpečnostní standardy EN60950, IEC950, EN55022,
  + přívodní dvouvodičový kabel s konektorem IEC320,
  + pevně připojený výstupní kabel se zlacenými bezpečnostními konektory průměru 2mm,
  + barevně rozlišené konektory - kladný pól červeně a záporný zeleně,
  + pojistka proti zkratu a proti přepětí s automatickým zotavením.
* zdroj ±15V, +5V
  + externí síťový zdroj +5V/4A, ±15V/0,8A, stabilita <±6%,
  + splňuje bezpečnostní standardy EN60950, IEC950, EN55022,
  + přívodní dvouvodičový kabel s konektorem IEC320,
  + pojistka proti zkratu.
* programovatelný DC zdroj
  + procesorem řízený zdroj vysoce stabilního stejnosměrného napětí,
  + rozsah min. ±10 V, krok ≤1 mV, přesnost ±1mV, jemné nastavení s krokem ≤80µV,
  + inkrementální nastavení napětí pomocí dvou tlačítek s mikrospínači (nahoru - dolů) samostatně pro každou dekádu,
  + galvanicky oddělený plovoucí výstup, výstupní proud min ≥22 mA,
  + výstupní odpor <0.1Ω,
  + pojistka proti přetížení výstupu s indikací,
  + zobrazení výstupního napětí na displej,
  + paměť pro min. 8 hodnot napětí.