

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra kybernetiky a biomedicínského inženýrství

Simulátor měřicích přístrojů
s komunikačním rozhraním
Manuál k obsluze

doc. Ing. Petr Bilík, Ph.D.
a kolektiv autorů

Ostrava 2017

Název: Simulátor měřicích přístrojů, Manuál k obsluze
Autor: doc. Ing. Petr Bilík, Ph.D.
Verze: 1.3 (2017-12-03)
Počet stran: 27

Studijní materiály pro obor Měřicí a řídicí technika fakulty elektrotechniky a informatiky, VŠB-TU
Ostrava

Jazyková korektura: nebyla provedena.

Kontakt:

<https://www.fei.vsb.cz/450/cs/>

<http://cbe.vsb.cz>

© doc. Ing. Petr Bilík, Ph.D. a kolektiv autorů (Ing. Petr Závodný, Ing. Michal Kelnar, Ing. Lukáš Šoustek)

© VŠB – Technická univerzita Ostrava

Obsah

1	Úvod.....	3
1.1	Seznam použitých zkratk	3
1.2	Obecný popis	3
1.3	Úvod k zadávání příkazů.....	3
1.3.1	Závorky	3
1.3.2	Oddělovače.....	4
2	Napájecí zdroj a digitální multimetr	4
2.1	Obsluha čelního panelu	4
2.2	Zdroj konstantního napětí a proudu	5
2.2.1	Scan mód	6
2.3	Digitální multimetr	6
2.3.1	Math	7
2.4	Příkazy	8
2.4.1	Napájecí zdroj (PS).....	8
2.4.2	Scan mód	9
2.4.3	DMM.....	9
2.4.4	DMM Math	11
2.4.5	DMM Měření	12
3	Funkční generátor (FG)	14
3.1	Obsluha čelního panelu	14
3.2	Příkazy	15
4	Osciloskop (OS)	18
4.1	Obsluha čelního panelu	18
4.2	Příkazy	19
4.2.1	Tigger	20
4.2.2	Měření	20
5	Obecné příkazy	21
6	IEEE 488.2 příkazy	22
7	Propojení přístrojů.....	24
8	Příloha A:	25
9	Příloha B:.....	26

10	Příloha C:.....	27
----	-----------------	----

1 Úvod

1.1 Seznam použitých zkratek

Digitální multimetr – Digital MultiMeter (DMM), Napájecí zdroj – Power Supply (PS), Přístroj kombinovaný napájecí zdroj s multimetrem (DMMPWR), Osciloskop (OS), Funkční generátor (FG)

1.2 Obecný popis

Simulátor měřících přístrojů s komunikačním rozhraním slouží jako částečná náhrada reálných přístrojů pro samostatnou práci studentů mimo laboratoř.

Napájecí zdroj a digitální multimetr kopírují z části chování přístroje AGILENT U3606A. Pro detailní porozumění příkazům je doporučeno nastudovat příslušnou kapitolu v dokumentu „Agilent U3606A Multimeter|DC Power Supply Programmer’s Reference“, případně stran funkce přístroje dokument „Agilent U3606A Multimeter|DC Power Supply User’s and Service Guide“

Osciloskop a funkční generátor nemají ekvivalent v konkrétních přístrojích a slouží pouze pro demonstraci, jak probíhá komunikace s přístroji tohoto typu.

1.3 Úvod k zadávání příkazů

Při zadávání příkazů pro ovládání přístroje se lze setkat s různým typem závorek a oddělovačů. Jejich význam bude popsán na příkladu příkazu nastavení hodnoty napětí na výstupu napájecího zdroje. `[SOURce:]VOLTage[:LEVEL][:IMMEDIATE][:AMPLitude] <voltage>`

1.3.1 Závorky

Hranaté závorky, velká/malá písmena:

Závorky `[]` uzavírají volitelnou část příkazu. Část příkazu mimo hranaté závorky je povinná, aby přístroj porozuměl příkazu programátora, příkazy v závorkách jsou nepovinné - volitelné.

Velká písmena popisují tzv. zkrácenou formu příkazu, zbytek příkazu malými písmeny je volitelný. Například příkaz „LEV“ přístroj detekuje jako žádost o změnu úrovně, ale pro programátora může být matoucí, příkaz LEVEL je již zcela popisný i pro programátora. Obvykle se do přístroje zasílá ať už zkrácená nebo úplná forma v podobě velkých písmen „LEVEL“.

Použití hranatých závorek. Příkazem `VOLTAGE <voltage>` či `VOLT <voltage>` přístroj nastaví konkrétní hodnotu napětí na výstup napájecího zdroje, ale člověku může být význam příkazu špatně srozumitelný, kdežto `SOURCE:VOLTAGE:LEVEL:IMMEDIATE:AMPLITUDE <voltage>` je pro člověka zcela jasné nastavení parametrů napájecího zdroje, změna napětí, změna úrovně, s okamžitým projevem, změna amplitudy. Ve zkrácené verzi by příkaz vypadal následovně: `SOUR:VOLT:LEV:IMM:AMPL <voltage>`

Ostré závorky:

Závorky <> indikují část příkazu, kde je potřeba specifikovat hodnotu zadáním parametru. Příkladem je zadání hodnoty napětí 5V. Sestavení příkazu se provede nahrazením <voltage> žádanou hodnotou napětí 5. Výsledný příkaz se zadáním hodnoty může vypadat následovně ve zkrácené verzi VOLT 5 nebo v plné verzi SOURCE:VOLTAGE:LEVEL:IMMEDIATE:AMPLITUDE 5. Totéž provede příkaz VOLTAGE 5 nebo zkrácená forma SOUR:VOLT:LEV:IMM:AMPL 5.

1.3.2 Oddělovače

Oddělovač příkazů:

Oddělovač : (dvojtečka) slouží k oddělení jednotlivých slov víceslovného příkazu například nastavení napájecího zdroje, napětí zdroje SOURCE:VOLTAGE. Bez použití dvojtečky při sestavování příkazu přístroj tento příkaz neakceptuje a zahlásí chybu. Tedy SOUR VOLT LEV IMM AMPL 5 nebude akceptován přístrojem stejně jako SOURVOLTLEVIMMAMPL 5.

Oddělovač číselných hodnot:

Při zadávání čísel oddělovače slouží k oddělení celočíselné části od desetinné části. V ČR se používá jako desetinný oddělovač čárka, 5,25V značí 5V a 250mV. V USA se jako desetinný oddělovač používá tečka, string „5.25V“ znamená 5V a 250mV. Příkazy pro ovládání přístroje jako desetinný oddělovač výhradně používají desetinnou tečku. V LabVIEW při zadávání hodnoty do číselného kontrolu na čelním panelu VI na počítači s českou verzí operačního systému (či CZ regional settings ve Windows) se používá jako oddělovač desetinná čárka (5,25V). Pro odeslání této hodnoty jako příkaz nastavení výstupní úrovně zdroje napětí je potřeba naformátovat číslo na text s desetinným oddělovačem tečka „.“, například funkcí „Format into string“ s nastavením parametrů formátování „%.;f“, kdy výstupem bude text 5.25 představující hodnotu odesílaného příkazu VOLT 5.25 . Formátovací řetězec „%.;f“ zajistí naformátování desetinného oddělovače jako desetinnou tečku.

Oddělovač více příkazů v rámci 1 textového řetězce:

K oddělení více příkazů uvnitř společného textového řetězce se použije středník „;“. Například společné zaslání příkazů nastavení napětíového rozsahu napájecího zdroje a příkaz nastavení limitu napětí napájecího zdroje

- SOUR:VOLT:RANG 5
- SOUR:VOLT:LIM 8

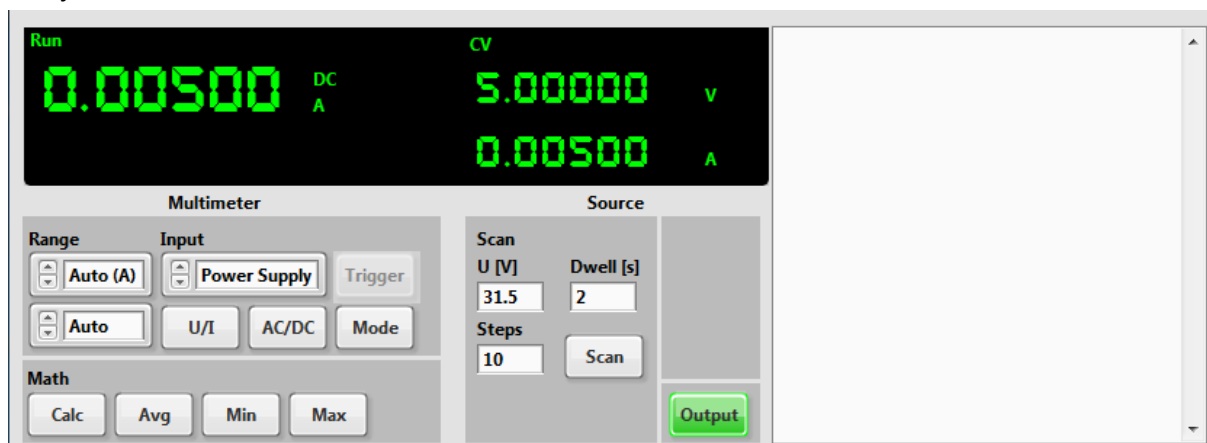
Tyto příkazy lze spojit do společného textového řetězce a výsledný příkaz bude vypadat následovně SOUR:VOLT:RANG 5; SOUR:VOLT:LIM 8

2 Napájecí zdroj a digitální multimetr

2.1 Obsluha čelního panelu

Tento přístroj v sobě kombinuje stejnosměrný zdroj (PS) a multimetr (DMM). Stejnosměrný zdroj může poskytovat napětí až 31,5V/3A. Ke zdroji je trvale připojená zátěž simulující buď odpor 100 Ohm,

křemíkovou diodu nebo Zenerovu diodu. Zdroj může pracovat v režimu napěťového, nebo proudového zdroje.



Obr. 2-1 Čelní panel PS a DMM.

2.2 Zdroj konstantního napětí a proudu

Požadovanou hodnotu napětí (proudu), lze provést kliknutím a napsáním hodnoty přímo do indikátoru. Zdroj automaticky přepíná režim mezi konstantním zdrojem napětí (CV - Constant Voltage) a proudem (CC - Constant Current) podle toho, zda je uživatelem měněno nastaveno napětí, nebo proud. Aktuální režim je indikován na displeji písmeny CV resp. CC.



Obr. 2-2 Ovládání napětí a proudu PS.

Display V (napětí)

Slouží k nastavení výstupní napětí v režimu napěťového zdroje (0 V až 31,5V). Při aktivaci proudového zdroje indikuje aktuální napětí připojené na zátěž.

Display A (proud)

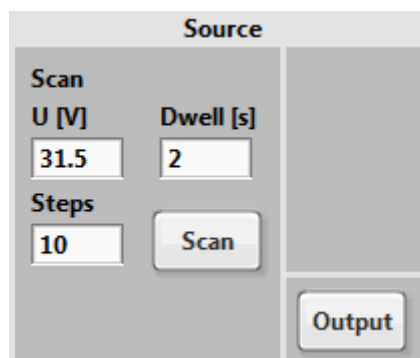
Slouží k nastavení výstupní proudu v režimu proudového zdroje (0 A až 3A). Při aktivaci napěťového zdroje indikuje proud tekoucí do zátěže. Maximální proud, který dokáže zdroj vytvořit je limitován hodnotou 3,15 A.

Output

Stisknutím tlačítka se aktivuje/deaktivuje výstup zdroje. Pokud je aktivní Scan mod a výstup zdroje deaktivován, dojde k resetu procesu skenování.

2.2.1 Scan mód

Kromě konstantního napěťového/proudového výstupu, je možné použít i tzv. scan výstup, kdy je výstupní napětí postupně navyšováno od 0V po zadanou maximální hodnotu ve v zadaném počtu stejně velkých a dlouhých kroků.



Obr. 2-3 Ovládací panel scan mód.

U [V]

Udává velikost koncového napětí scan modu

Dwell [s]

Čas udávající délku jednoho kroku ve scan mod. (1 až 99 s).

Steps

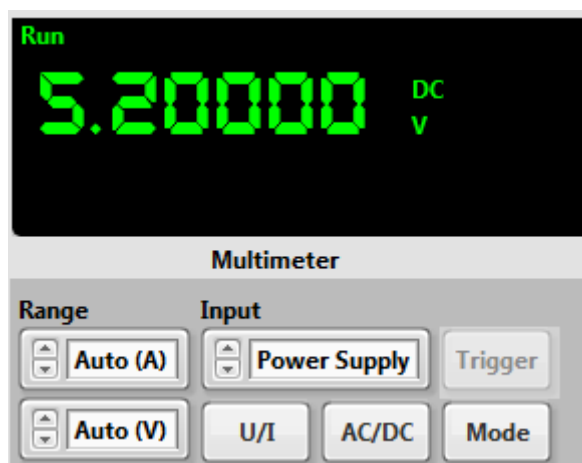
Počet kroků rozmítání (1 až 100).

Scan

Aktivuje a deaktivuje scanování. Současně se scan musí být aktivován i výstup zdroje (Output).

2.3 Digitální multimetr

DMM dokáže měřit napětí, nebo proud. Pomocí přepínače AC/DC je možné přepínat mezi stejnosměrnou a střídavou vazbou DMM připojeného na PS měřeného signálu. Přístroj může být virtuálně připojen k internímu zdroji napětí/proudu (přes 100 Ohm odpor, běžnou křemíkovou či Zenerovu diodu), nebo k externímu zdroji napětí ze signálového generátoru (měří se pouze napětí, proud je nulový). Multimetr se může být přepnut do třech stavů indikovaných na displeji DMM nápisy Run/Idle/Trig. Pokud je ve stavu Run, je spuštěno kontinuální měření, ve stavu Idle je měření vypnuto, ve stavu Trig je přístroj připraven k měření a čeká trigger signál (tláčítko Trigger, nebo příkaz *TRG).



Obr. 2-4 Ovládací panel DMM.

Display

Indikuje aktuální měřenou hodnotu. Pokud je měřená veličina mimo rozsah, je zobrazeno NAN.

Range (A)

Výběr rozsahu pro měření proudu.

Range (V)

Výběr rozsahu pro měření napětí.

Input

Vybírá zdroj vstupního napětí pro měření.

U/I

Přepínání mezi měřením proudu a napětí.

AC/DC

Přepíná mezi střídavou a stejnosměrnou vazbou.

Mode

Přepíná mód DMM mezi Run, Idle a Trigger.

Run – měření probíhá, nepřetížte (automatické generování trigger signálu)

Idle – měření pozastaveno

Trigger – měření připraveno, DMM čeká na trigger signál (manuální spuštění měření)

Trigger

Aktivuje trigger signál (manuální trigger). Tento prvek je aktivní pouze, pokud je mód nastaven na Trigger.

2.3.1 Math

Sekce Math ovládá statistické výpočty nad naměřenými daty. Výpočet se provádí pro jednu vybranou veličinu napětí/proud. Změnou měřené veličiny dojde k restování výpočtů.



Obr. 2-5 Ovládací panel Math.

Calc

Aktivuje/Deaktivuje statistická měření. Při každé nové aktivaci dojde k vynulování naměřených hodnot.

Avg

Zobrazí na hlavním display průměrnou hodnotu naměřené veličiny.

Min

Zobrazí na hlavním display nejmenší hodnotu naměřené veličiny.

Max

Zobrazí na hlavním display největší hodnotu naměřené veličiny.

2.4 Příkazy

2.4.1 Napájecí zdroj (PS)

```
[SOURce:]VOLTage[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude] <voltage>
```

Nastaví výstupní napětí napájecího zdroje (PS) v CV režimu.

Parametry:

<voltage> Napětí ve voltech

Rozsah: 0 až 31.5 | MAX | MIN | DEF

Výchozí: 0

```
[SOURce:]CURRent[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude] <current>
```

Nastaví výstupní proud napájecího zdroje (PS) v CC režimu.

Parametry:

<current> Proud v ampérech

Rozsah: 0 až 3.15 | MAX | MIN | DEF

Výchozí: 0

```
OUTPut[:STATe] <state>
```

Zapne/vypne zdroj napětí.

Parametry:

<state> Stav výstupu

Rozsah: OFF | ON | 0 | 1

Výchozí: OFF

2.4.2 Scan mód

[SOURce:]VOLTage[:LEVel]:SCAN[:AMPLitude] <amplitude>

Konečná hodnota amplitudy výstupního napětí pro scan režim.

Parametry:

<amplitude> Napětí ve voltech

Rozsah: 0 až 3.15 | MAX | MIN | DEF

Výchozí: 0

[SOURce:]VOLTage[:LEVel]:SCAN:STEP <step>

Počet kroků rozmítání

Parametry:

<step> Počet kroků

Rozsah: 1 až 100

Výchozí: 10

[SOURce:]VOLTage[:LEVel]:SCAN:DWELLing <time>

Konečná hodnota amplitudy výstupního napětí pro scan režim.

Parametry:

<time> Délka kroku ve vteřinách

Rozsah: 1 až 99

Výchozí: 2

2.4.3 DMM

[SENSe:]VOLTage[:DC]:RANGe[:UPPer] <range>

Nastaví napěťový měřicí rozsah pro DC. Pokud je zapnut autorange čtení vrací aktuální automaticky vybraný rozsah.

Parametry:

<range> Napěťový rozsah ve voltech

Rozsah: 0.02 | 0.1 | 1 | 10 | 100 | 1000 | MAX | MIN | DEF

Výchozí: 0.02 (auto)

[SENSe:]VOLTage:AC:RANGe[:UPPer] <range>

Nastaví napěťový měřicí rozsah pro AC. Pokud je zapnut autorange čtení vrací aktuální automaticky vybraný rozsah.

Parametry:

<range> Napěťový rozsah ve voltech

Rozsah: 0.1 | 1 | 10 | 100 | 1000 | MAX | MIN | DEF

Výchozí: 0.1 (Auto)

[SENSe:]CURRent[:DC]:RANGe[:UPPer] <range>

Nastaví proudový měřicí rozsah pro DC. Pokud je zapnut autorange čtení vrací aktuální automaticky vybraný rozsah.

Parametry:

<range> Proudový rozsah v ampérech

Rozsah: 0.01 | 0.1 | 1 | 3 | MAX | MIN | DEF

Výchozí: 0.01 (Auto)

[SENSe:]CURRent:AC:RANGe[:UPPer] <range>

Nastaví proudový měřicí rozsah pro AC. Pokud je zapnut autorange čtení vrací aktuální automaticky vybraný rozsah.

Parametry:

<range> Proudový rozsah v ampérech

Rozsah: 0.01 | 0.1 | 1 | 3 | MAX | MIN | DEF

Výchozí: 0.01 (Auto)

[SENSe:]VOLTage[:DC]:RANGe:AUTO <state>

Zapne nebo vypne autorange pro měření DC napětí.

Parametry:

<state> Autorange zap./vyp.

Rozsah: OFF | ON | 0 | 1

Výchozí: ON

[SENSe:]VOLTage:AC:RANGe:AUTO <state>

Zapne nebo vypne autorange pro měření AC napětí.

Parametry:

<state> Autorange zap./vyp.

Rozsah: OFF | ON | 0 | 1

Výchozí: ON

[SENSe:]CURRent[:DC]:RANGe:AUTO <state>

Zapne nebo vypne autorange pro měření DC proudu.

Parametry:

<state> Autorange zap./vyp.

Rozsah: OFF | ON | 0 | 1

Výchozí: ON

[SENSe:]CURRent:AC:RANGe:AUTO <state>

Zapne nebo vypne autorange pro měření AC proudu.

Parametry:

<state> Autorange zap./vyp.

Rozsah: OFF | ON | 0 | 1

Výchozí: ON

SENSe:INPUt <input>

Přepíná zdroj signálu vstupujícího do DMM.

Parametry:

<input> INTernal | EXTernal

INT: interní zdroj napětí

EXT: externí vstup (připojeno na funkční generátor)

Výchozí: INT

2.4.4 DMM Math**[SENSe:]FUNCTioN[:ON] <function>**

Nastaví druh veličiny pro výpočty math subsystemu.

Parametry:

<function> VOLTage:DC | VOLTage:AC | CURRent:DC | CURRent:AC

VOLTage:DC – napětí DC

VOLTage:AC – napětí AC

CURRent:DC – proud DC

CURRent:AC – proud AC

Výchozí: VOLTage:DC

CALCulate[:STATe] <state>

Aktivuje nebo deaktivuje statistické výpočty. Aktivováním dojde k smazání předchozích výsledků.

Parametry:

<state>

Rozsah: OFF | ON | 0 | 1

Výchozí: ON

CALCulate:AVERage:AVERage?

Vrátí aktuální hodnotu průměru měřené hodnoty.

Vrací: <value> Průměr ve V/A

Použití: Pouze pro čtení.

CALCulate:AVERage:COUNT?

Vrátí počet naměřených hodnot od aktivace průměrování.

Vrací: <value> Počet změřených hodnot.

Použití: Pouze pro čtení.

CALCulate:AVERage:MINimum?

Vrátí minimum z naměřených hodnot.

Vrací: <value> Minimum ve V/A

Použití: Pouze pro čtení

CALCulate:AVERage:MAXimum?

Vrátí maximum z naměřených hodnot.

Vrací: <value> Maximum ve V/A

Použití: Pouze pro čtení

2.4.5 DMM Měření**TRIGger:SOURce <source>**

Nastaví zdroj triggeru na interní (IMM) pro okamžité měření, nebo na vzdálený (BUS) pro softwarové ovládání.

Parametry:

<source> IMMEDIATE | BUS

IMM: okamžité měření

BUS: software trigger

Výchozí: IMM

INITiate:CONTInuous <state>

Aktivuje/deaktivuje kontinuální měření.

Parametry:

<state> kontinuální měření zap./vyp.

Rozsah: OFF | ON | 0 | 1

Výchozí: ON

INITiate[:IMMEDIATE]

Vypne kontinuální měření, smaže z paměti poslední měřenou hodnotu a připraví přístroj na příjem triggeru.

Použití: Událost.

MEASure[:VOLTage][:DC]? [<range>]

Nastaví trigger a rozsah měření na výchozí hodnoty a poté změří jednu hodnotu DC napětí. Volitelným parametrem lze zvolit vybraný rozsah měření (výchozí je Auto).

Parametry:

<range> Hodnota rozsahu | AUTO | MAX | MIN | DEF

AUTO: auto range

Výchozí: AUTO

Vrací: <value> Naměřená hodnota ve voltech.

Použití: Pouze pro čtení.

MEASure[:VOLTage]:AC? [<range>]

Nastaví trigger a rozsah měření na výchozí hodnoty a poté změří jednu hodnotu AC napětí. Volitelným parametrem lze zvolit vybraný rozsah měření (výchozí je Auto).

Parametry:

<range> Hodnota rozsahu | AUTO | MAX | MIN | DEF

AUTO: auto range

Výchozí: AUTO

Vrací: <value> Naměřená hodnota ve voltech.

Použití: Pouze pro čtení.

MEASure:CURREnt[:DC]? [<range>]

Nastaví trigger a rozsah měření na výchozí hodnoty a poté změří jednu hodnotu DC proudu. Volitelným parametrem lze zvolit vybraný rozsah měření (výchozí je Auto).

Parametry:

<range> Hodnota rozsahu | AUTO | MAX | MIN | DEF

AUTO: auto range

Výchozí: AUTO

Vrací: <value> Naměřená hodnota v ampérech.

Použití: Pouze pro čtení.

MEASure:CURREnt:AC? [<range>]

Nastaví trigger a rozsah měření na výchozí hodnoty a poté změří jednu hodnotu AC proudu. Volitelným parametrem lze zvolit vybraný rozsah měření (výchozí je Auto).

Parametry:

<range> Hodnota rozsahu | AUTO | MAX | MIN | DEF

AUTO: auto range

Výchozí: AUTO

Vrací: <value> Naměřená hodnota v ampérech.

Použití: Pouze pro čtení.

READ?

Spustí měření podle aktuální konfigurace a vrátí naměřenou hodnotu. Pokud je trigger nastaven na BUS, command vrátí chybu.

Vrací: <value> Naměřená hodnota v A/V.

Použití: Pouze pro čtení.

FETCh?

Vrátí poslední změřenou hodnotu. Na rozdíl od READ? nespustí nové měření.

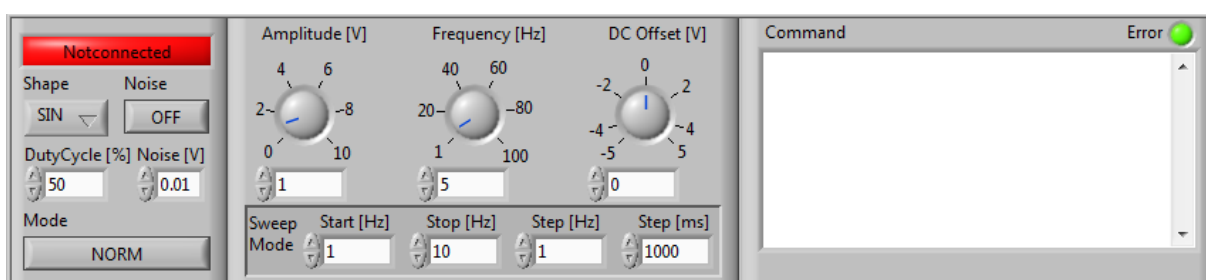
Vrací: <value> Naměřená hodnota v A/V.

Použití: Pouze pro čtení

3 Funkční generátor (FG)

3.1 Obsluha čelního panelu

Čelní panel je pro přehlednost rozdělen do tří částí. V pravé krajní části je seznam přijatých příkazů. V prostřední části jsou prvky pro nastavení většiny hodnot generátoru, jakou jsou amplituda, frekvence a DC offset signálu. Také zde jsou prvky k nastavení hodnot pro frekvenční rampu. V poslední části jsou prvky pro výběr typu signálu, nastavení střidy (využitelné pouze u signálu s obdélníkovým průběhem) a výběr módu FG. Tato část také obsahuje prvek povolující přidání šumu a prvek, jímž můžeme nastavit velikost šumu. Tato poslední část také obsahuje signalizaci, zda je k přístroji uživatel připojen. Na tlačítkách čelního panelu jsou viditelné aktuálně nastavené hodnoty.



Obr. 3-1 Čelní panel generátoru funkcí.

Shape

Výběh typu průběhu výstupního signálu.

Noise

Aktivování přičtení šumu k výstupnímu signálu.

Duty Cycle

Střída obdélníkového průběhu signálu.

Noise [V]

Amplituda šumu.

Mode

Přepíná mód FG mezi normálním (konstantní amplituda) a rozmítáním.

Amplitude [V]

Amplituda výstupního signálu.

Frequency [Hz]

Frekvence výstupního signálu.

DC Offset [V]

Napěťový offset výstupního signálu.

Start [Hz]

Počáteční frekvence pro frekvenční rampu. Nesmí být shodné se Stop.

Stop [Hz]

Koncová frekvence pro frekvenční rampu. Nesmí být shodné se Start.

Step [Hz]

Velikost změny frekvence pro jeden krok frekvenční rampy.

Step [ms]

Délka trvání jednoho kroku frekvenční rampy.

Command

Seznam přijatých příkazů.

Error

Indikuje, že fronta chyb není prázdná.

3.2 Příkazy

SOUR:FUNC:SHAP <shape>

Nastavení typu generovaného signálu.

Parametry: <shape> SIN | SQU | TRI | SAW

SIN: sinusový průběh

SQU: obdélníkový průběh

TRI: trojúhelníkový průběh

SAW: pilovitý průběh

Výchozí: SIN

SOUR:AMPL <amplitude>

Nastavení požadované amplitudy signálu.

Parametry:

<amplitude> Napětí ve voltech

Rozsah: 0.0 až 10.0 | MAX | MIN | DEF | RAND

Výchozí: 0.0

SOUR:VOLT:OFFS <offset>

Nastavení požadovaného DC offsetu signálu.

Parametry:

<offset> Napětí ve voltech

Rozsah: -5.0 až 5.0 | MAX | MIN | DEF | RAND

Výchozí: 0.0

SOUR:FREQ <frequency>

Nastaví frekvenci výstupního signálu.

Parametry:

<frequency> frekvence v hertzech

Rozsah: 1.0 až 100.0 | MAX | MIN | DEF | RAND

Výchozí: 5.0

SOUR:MODE <mode>

Vybere mód generovaného signálu.

Parametry:

<mode> NORM | SWP

NORM: normální (konstantní amplituda)

SWP: Rozmítání (postupné zvyšování frekvence)

Výchozí: NORM

SOUR:SWP <start>,<stop>,<step>,<delay>

Konfiguruje průběh generované rampy.

Parametry:

<start> počáteční frekvence

Rozsah: 0.0 až 100.0 Hz

Výchozí: 1.0

<stop> koncová frekvence

Rozsah: 1.0 až 100.0 Hz

Výchozí: 10.0

<step> velikost kroku

Rozsah: 0.1 až 100.0 Hz

Výchozí: 1.0

<delay> zpoždění mezi kroky

Rozsah: 1 až 1000 ms

Výchozí: 1000

SOUR:FUNC:SQU:DCYC <duty>

Nastaví střidu obdélníkového signálu.

Parametry:

<duty> střída v procentech

Rozsah: 20.0 až 80.0 | MAX | MIN | DEF | RAND

Výchozí: 50.0

SOUR:FUNC:NOIS:AMPL <amplitude>

Nastaví amplitudu přidaného šumu.

Parametry:

<amplitude> amplituda šumu ve voltech

Rozsah: 0.01 až 2.0 | MAX | MIN | DEF | RAND

Výchozí: 0.01

SOUR:FUNC:NOIS <noise>

Zapne/vypne přičítání šumu k výstupnímu signálu.

Parametry:

<state> šum zap./vyp.

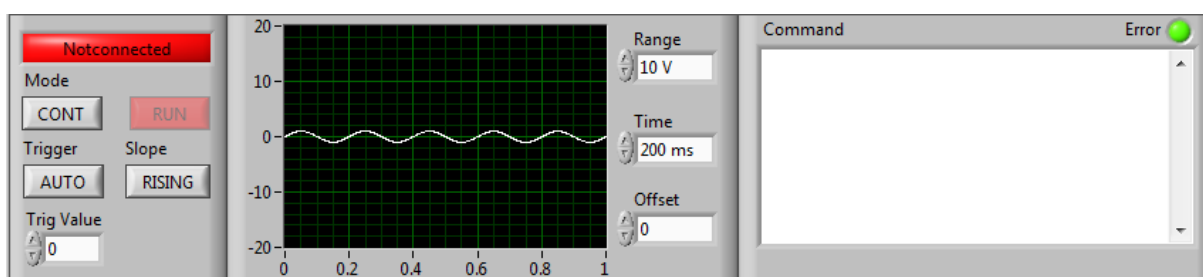
Rozsah: OFF | ON | 0 | 1

Výchozí: ON

4 Osciloskop (OS)

4.1 Obsluha čelního panelu

Na obrázku níže je zobrazen čelní panel simulátoru OS. Čelní panel tohoto přístroje je rozdělen jako ostatní do tří částí. V pravé krajní části jsou indikátory pro zobrazení posledně přijatého příkazu a odeslané odpovědi a je zde také indikátor pro informaci o tom, zda přijatý příkaz byl rozpoznán a zda obsahoval hodnoty, jež jsou v daných mezích. V prostřední části je obrazovka OS s prvky přímo ovlivňujícími zobrazení naměřených hodnot. V levé části jsou prvky přímo ovlivňující měření. Je zde možnost přepnutí režimu OS z kontinuálního měření na měření jednorázové. Dále jsou zde prvky nastavující mód triggeru a jeho vlastnosti. A také je zde indikátor pro signalizaci toho, zda je k OS připojen uživatel. Na tlačítkách čelního panelu jsou viditelné aktuálně nastavené hodnoty.



Obr. 4-1 Čelní panel OS.

Mode

Volba módu OS - kontinuální /single.

CONT – kontinuální měření

SING – jednorázové měření

Run

Spuštění měření pro single mód OS. Tento prvek je aktivní, pouze pokud je mód OS nastaven na single.

Trigger

Vybírá způsob spouštění časové základny.

AUTO – automatické spouštění

NORM – spouštění trigger signálem

Slope

Výběr hrany, která aktivuje trigger.

RISING – náběžná hrana

FALLING – sestupná hrana

Trig Value [V]

Napěťová úroveň triggeru.

Range [V]

Napěťový rozsah volt/dílek.

Time [ms]

Volba časové základny.

Offset [V]

Nastavení napěťového offsetu.

Error

Indikuje, že fronta chyb není prázdná.

4.2 Příkazy

OSCI:VOLT:RANG <range>

Nastavení vstupního napěťového rozsahu osciloskopu.

Parametry:

<range> napětí V/Dílek

Rozsah: 0.1 | 0.5 | 1 | 2 | 5 | 10

Výchozí: 10.0

OSCI:TIME <scale>

Nastavuje časovou základnu osciloskopu.

Parametry:

<scale> časová základna ms/dílek

Rozsah: 20 | 100 | 200

Výchozí: 200

OSCI:VOLT:OFFS <offset>

Nastavení offsetu vstupního signálu.

Parametry:

<offset> napětí ve voltech

Rozsah: -5.0 až 5.0

Výchozí: 0.0

OSCI:MODE <mode>

Nastavuje měřící mód osciloskopu.

Parametry:

<mode> CONT | SINGL

CONT: kontinuální měření

SINGL: jednorázové měření

Výchozí: CONT

4.2.1 Tigger

OSCI:TRIG <mode>

Vybírá způsob spouštění časové základny.

Parametry:

<mode> AUTO | NORM

AUTO: automatické spouštění

NORM: spouštění trigger signálem

Výchozí: AUTO

OSCI:TRIG:VAL <value>

Napěťová úroveň triggeru.

Parametry:

<value> napětí ve voltech

Rozsah: -5.0 až 5.0

Výchozí: 0.0

OSCI:TRIG:SLOP <slope>

Výběr aktivní hrany triggeru.

Parametry:

<slope> FALL | RISE

FALL: sestupná hrana

RISE: náběžná hrana

Výchozí: RISE

4.2.2 Měření

OSCI:RUN?

Spuštění jednorázového měření.

Vrací: <value> Maximum ve V/A

Použití: Událost

OSCI:READ?

OSCI:MEAS?

Vrátí dříve či aktuálně naměřené hodnoty dle stavu měření aktivní / vypnuto.

Vrací: <run>;<dt>;<samples>

run: ON – měření je aktivní

OFF – měření je vypnuto

dt: delta času mezi vzorky

samples: naměřené vzorky, oddělené středníky

Použití: Pouze pro čtení

5 Obecné příkazy

SYST:HELP?

Vrátí výpis všech přístrojem podporovaných funkcí.

Pozn.: Není dostupné pro kombinovaný přístroj DMMPWR.

Vrací: <string>

Použití: Pouze pro čtení

SYSTem:VERSion?

Vrátí verzi přístroje ve tvaru YYYY.V, kde YYYY je rok a V je číslo verze.

Vrací: <version>

Použití: Pouze pro čtení

STATus: QUEStionable:ENABle

Konfiguruje masku vyhodnocující stav questionable registru. (viz. Příloha A)

pozn.: Hodnoty tohoto registru jsou validní pouze pro kombinovaný přístroj DMMPWR, viz. příloha A.

Parametry: <register> decimální hodnota registru

Rozsah: 0 až 65535

Výchozí: 65535

STATus: QUEStionable:EVENT?

Vrátí hodnotu questionable event registru. Tento registr indikuje, zda došlo ke změně stavu questionable registru. Tento registr je záchytný, tzn. pomatuje změnu (přechod z 0 na 1). Po přečtení je jeho hodnota resetována.

pozn.: Hodnoty tohoto registru jsou validní pouze pro kombinovaný přístroj DMMPWR, viz. příloha A.

Vrací: <register> decimální hodnota registru

Rozsah: 0 až 65535

Použití: Pouze pro čtení

STATus: QUEStionable:CONDition?

Vrátí aktuální hodnotu stavu questionable registru.

pozn.: Hodnoty tohoto registru jsou validní pouze pro kombinovaný přístroj DMMPWR, viz. příloha A.

Vrací: <register> decimální hodnota registru

Rozsah: 0 až 65535

Použití: Pouze pro čtení

SYSTem:ERRor?

Vrátí nejstarší chybu (první položku) z fronty chyb. Po vyčtení všech chyb smaže indikátor error.

Vrací: <Error>

Použití: Pouze pro čtení

6 IEEE 488.2 příkazy

*CLS

Resetování všech registrů a zásobníku chyb.

Použití: Událost

*ESE

Nastavení enable masky pro ESR registr. Povoluje korespondující bity v ESR registru. (viz. příloha A)

Význam bitů pro kombinovaný přístroj DMMPWR:

- 0 – Operace dokončena (OPC)
- 1 – Nepoužívá se (0)
- 2 – Chyba při dotazu (Query Error)
- 3 – Chyba přístroje (Device Error)
- 4 – Chyba při vykonávání operace (Execution Error)
- 5 – Chyba příkazu (Command Error)
- 6 - Nepoužívá se (0)
- 7 – Přístroj byl zapnut

Pro ostatní přístroje

Parametry: <mask> decimální hodnota masky

Rozsah: 0 až 255

*ESR?

Vrátí obsah ESR registru. Po jeho vyčtení je obsah smazán.

Význam hodnot pro kombinovaný přístroj DMMPWR viz *ESE.

Vrací: <value> decimální hodnota

Použití: Pouze pro čtení

*STB?

Vrátí obsah STB registru. (viz. příloha A)

Význam status byte pro kombinovaný přístroj DMMPWR:

- 0 – Nepoužívá se (0)
- 1 - Nepoužívá se (0)
- 2 – Chybová fronta není prázdná
- 3 - Nepoužívá se (0)
- 4 – Nepoužívá se (0)
- 5 – Jeden nebo více bitů v ESR je nastaveno na 1
- 6 – Jeden nebo více bitů v STB je nastaveno na 1
- 7 - Nepoužívá se (0)

Vrací: <value> decimální hodnota

Použití: Pouze pro čtení

***SRE**

Nastavení masky pro STB registr.

Parametry: <mask> decimální hodnota masky

Rozsah: 0 až 255

***IDN?**

Vrátí identifikační údaje přístroje.

Vrací: <string>

Použití: Pouze pro čtení

***OPC**

Smaže OPC flag v ESR registru. Po dokončení následujícího příkazu bude opět nastaven na 1.

Pozn.: má efekt pouze pro scanning mód kombinovaného přístroje DMMPWR

Použití: Událost

***OPC?**

Vrátí 1, když je operace dokončena.

Pozn.: má efekt pouze pro scanning mód kombinovaného přístroje DMMPWR

Vrací: 1

Použití: Pouze pro čtení

***RST**

Resetování přístroje a nastavení defaultních hodnot.

Použití: Událost

***TST**

Simuluje self-test přístroje.

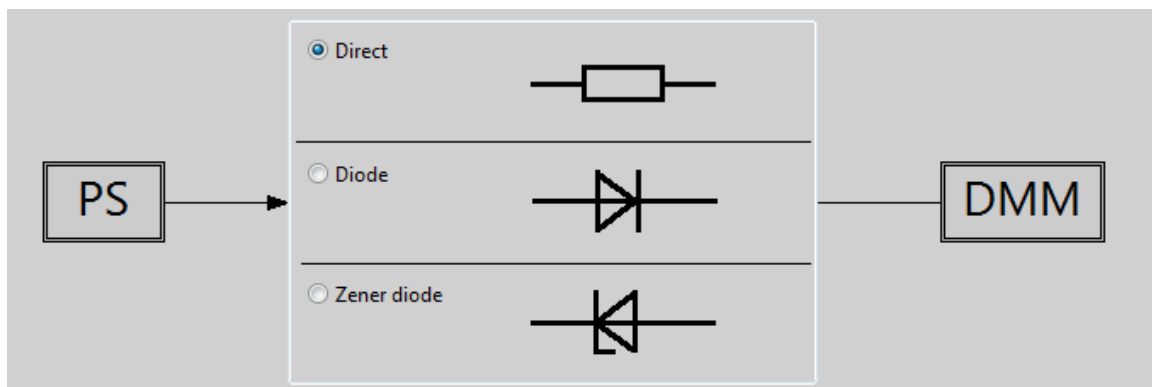
Vrací: 0 (OK)

Použití: Pouze pro čtení

7 Propojení přístrojů

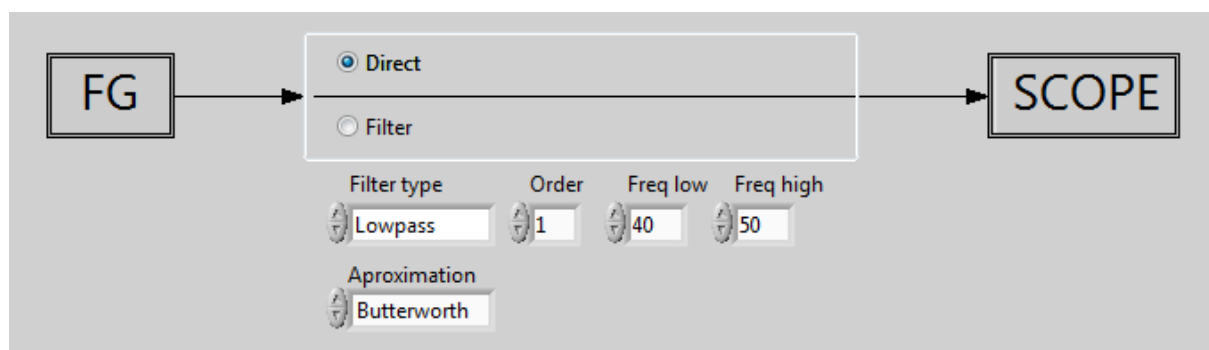
Typ SW propojení simulovaných přístrojů (namísto vodičů u reálných přístrojů) lze volit na záložce „Connection“ simulátoru. Volba propojení přístrojů není dostupná přes komunikační rozhraní.

Napájecí zdroj může být připojen k digitálnímu multimetru přímo (odpor 100Ω), měření U a I na běžné diodě nebo Zenerově diodě.



Obr. 7-1 Propojení DMM a PS

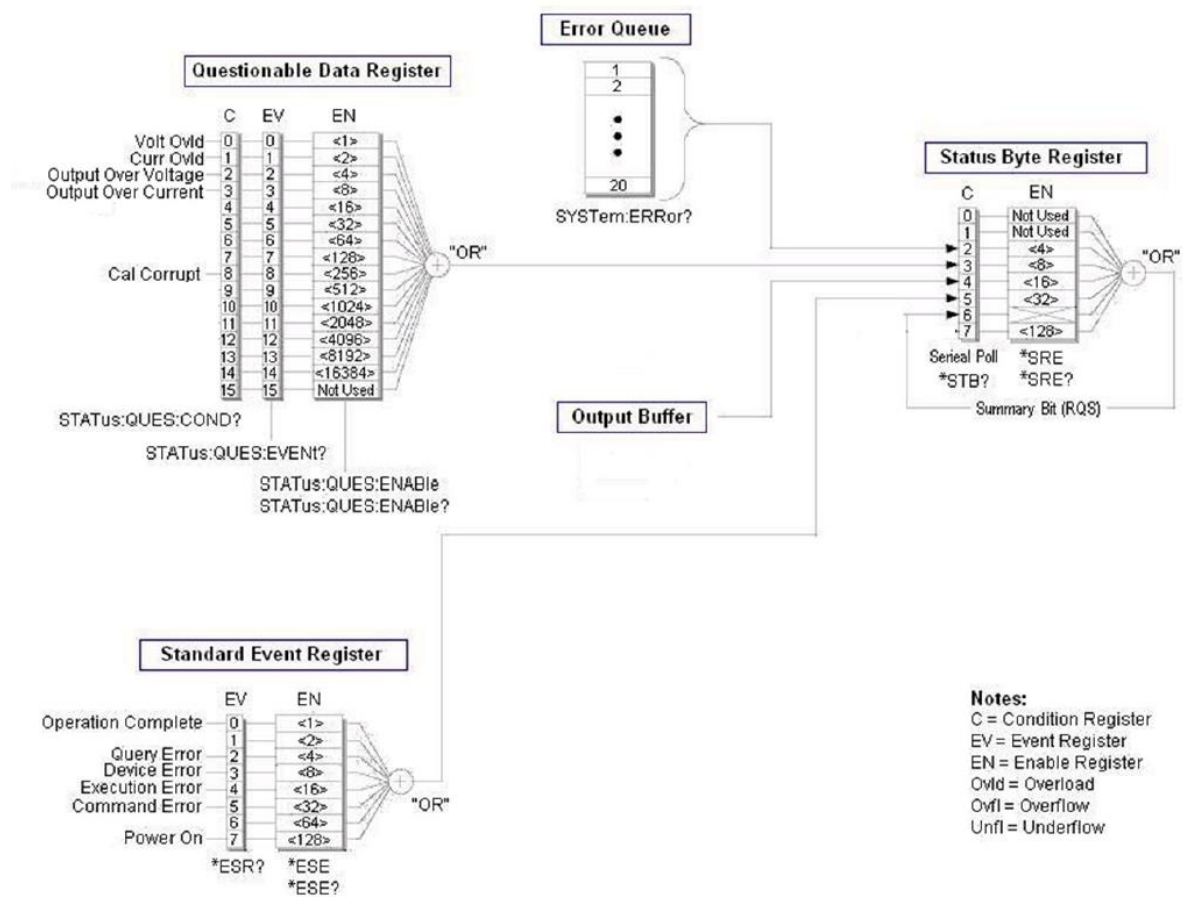
Funkční generátor (FG) může být připojen k osciloskopu (OS) přímo nebo přes konfigurovatelný filtr.



Obr. 7-2 Propojení FG a OS

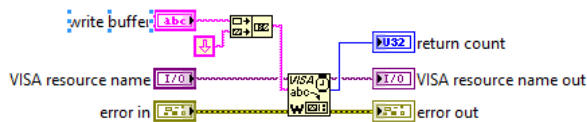
8 Příloha A:

Diagram stavových registrů přístroje DMMPWR:

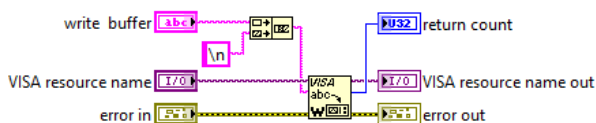


9 Příloha B:

Pro komunikaci se simulátorem se používají funkce VISA Read/Write, ale při zápisu je potřeba na konec stringu přidat znak `\n`

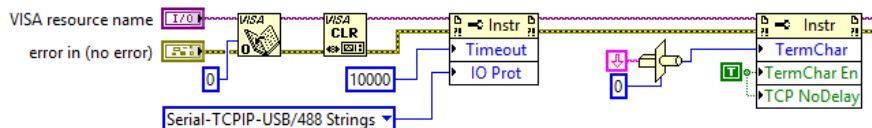


nebo v LabVIEW vybrat zobrazení `'\n'` code display pro string a napsat `\n`.



Pro zjednodušení práce je v knihovně device driveru daného přístroje v části Utility funkce WISA Write.vi která zapouzdřuje vkládání znaku `\n` na konec příkazu.

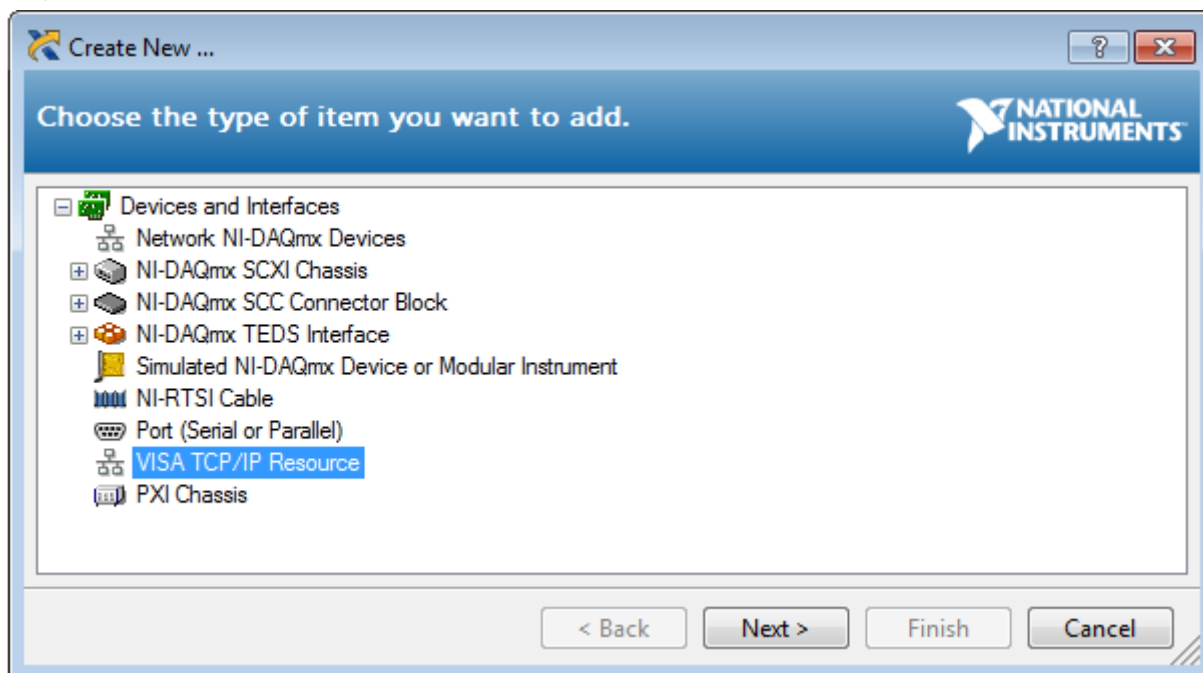
Při inicializaci je potřeba nakonfigurovat VISA takto (důležité je povolení TerminationCharacter), jak to lze vidět v Initialize.vi driveru.



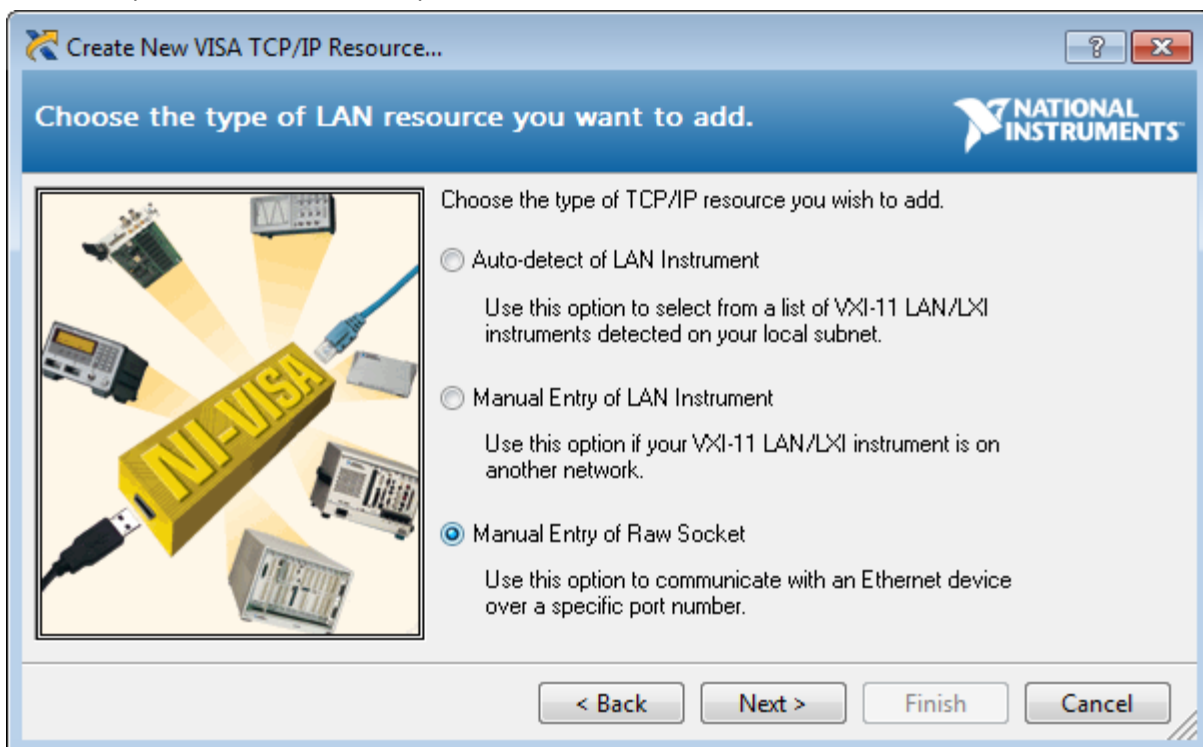
10 Příloha C:

Postup konfigurace nového zařízení v NI MAX:

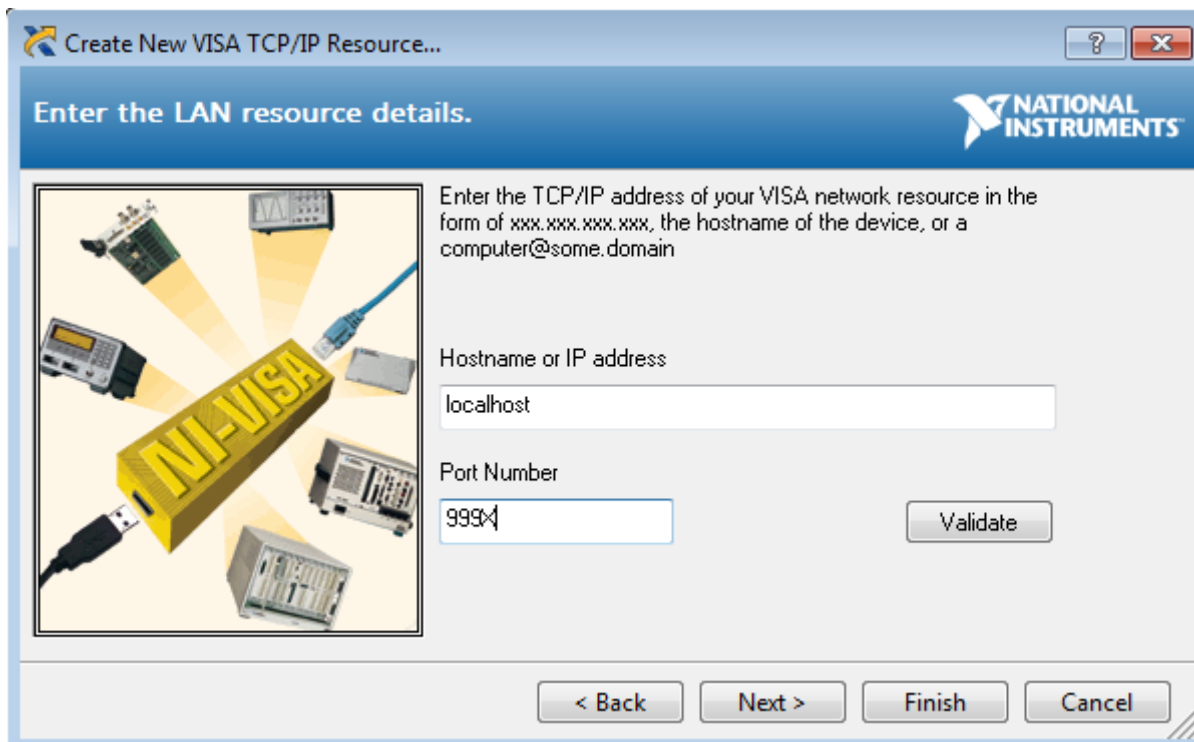
Výše zmíněné simulované přístroje se chovají jako síťová zařízení. Abyste mohli s přístroji vzdáleně komunikovat je nutné je ručně nakonfigurovat. V prostředí NI MAX vybereme přidat nové zařízení VISA TCP/IP Resource.



Nastavení parametrů komunikace provedeme manuálním zadáním.



IP adresa zařízení je vždy stejná a to buď číselně 127.0.0.1 nebo textově localhost, číslo portu na kterém simulovaný přístroj poslouchá je již volitelný uživatelem v záložce Setup simulovaného přístroje, defaultní hodnoty jsou 9997 pro DMMPWR, 9998 pro FG a 9996 pro OS.



Create New VISA TCP/IP Resource...

Enter the LAN resource details.

Enter the TCP/IP address of your VISA network resource in the form of xxx.xxx.xxx.xxx, the hostname of the device, or a computer@some.domain

Hostname or IP address
localhost

Port Number
9994

Validate

< Back Next > Finish Cancel

Posledním krokem je zadání přezdívky přístroje, pod kterou bude vystupovat v programovacích prostředích. Z důvodu přehlednosti jsou doporučovány názvy DMMPWR _Simulator, FG_Simulator, OS_Simulator.