



**OBSAH:**

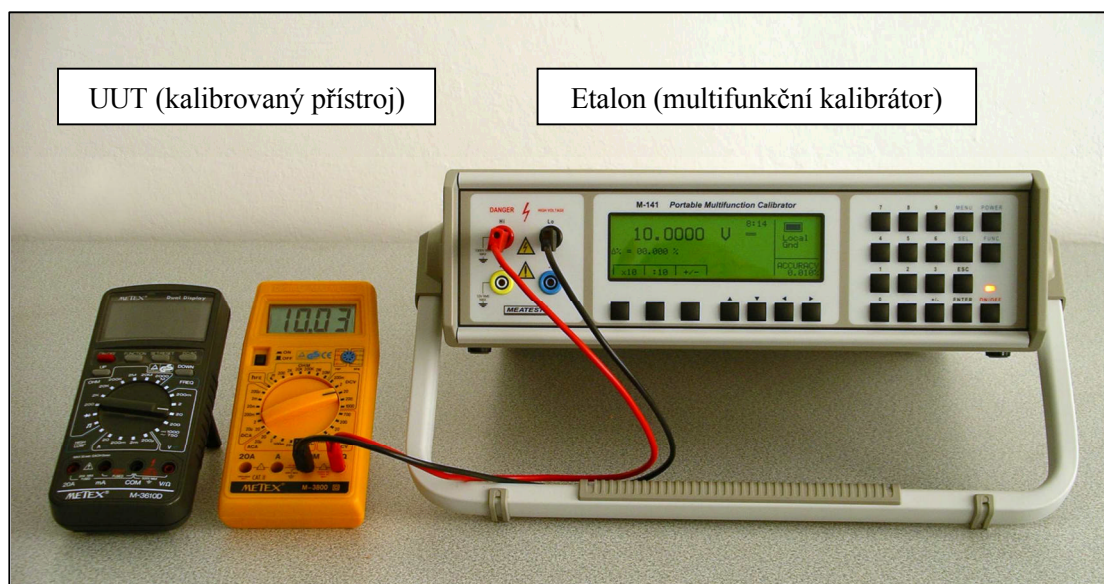
<b>1.</b>	<b><u>RYCHLÝ START</u></b>	<b>4</b>
1.1.	URČENÍ	4
1.1.1.	SOUČÁSTI PROGRAMU CALIBER	5
1.2.	SLOŽENÍ SYSTÉMU	6
1.3.	INSTALACE PROGRAMU	6
1.4.	OBSLUHA PROGRAMU	8
1.4.1.	SESTAVENÍ MĚŘICÍ ÚLOHY	8
1.4.2.	KALIBRACE PODLE VYTVOŘENÉ PROCEDURY	11
1.4.3.	VYTVOŘENÍ NOVÉ KALIBRAČNÍ PROCEDURY (METODIKY KALIBRACE)	13
1.4.4.	VYTVOŘENÍ KARTY PŘÍSTROJE (DEKÁDA MEATEST M109)	18
1.4.5.	VYTVOŘENÍ KARTY PŘÍSTROJE (ODPOR 10 MΩ)	20
1.4.6.	VYTVOŘENÍ KARTY PŘÍSTROJE PŘEVODNÍKU VÝKONU.	21
1.4.7.	VYTVOŘENÍ KARTY PŘÍSTROJE PŘEPÍNAČE	24
1.4.8.	VYTVOŘENÍ PROCEDURY MĚŘIDLA ODPORU	25
1.4.9.	VYTVOŘENÍ PROCEDURY PŘEVODNÍKU VÝKONU	27
1.5.	PRAKTICKÉ RADY PRO KALIBRACI	29
1.5.1.	ZAPOJENÍ MĚŘICÍHO OBVODU	29
1.5.2.	KALIBRACE NAPĚŤOVÝCH ROZSAHŮ	29
1.5.3.	KALIBRACE PROUDOVÝCH ROZSAHŮ	30
<b>2.</b>	<b><u>PODROBNÝ POPIS PROGRAMU</u></b>	<b>31</b>
2.1.	MODUL „PROCEDURA“	33
2.1.1.	POPIS OBRAZOVKY MODULU „PROCEDURA“	34
2.1.2.	ÚPRAVY KALIBRAČNÍ PROCEDURY	51
2.1.3.	TESTOVÁNÍ KALIBRAČNÍ PROCEDURY	53
2.2.	MODUL „KARTY PŘÍSTROJŮ“	54
2.2.1.	PRAVIDLA PRO ZOBRAZOVÁNÍ POLOŽEK	63
2.2.2.	TVORBA MAKER	64
2.2.3.	SYNTAXE PŘÍKAZŮ MAKER	68
2.3.	MODUL „UŽIVATELSKÉ FUNKCE“	73
2.4.	MODUL „PRAVIDLA GENEROVÁNÍ“	75
2.4.1.	TVORBA „PRAVIDEL“ PRO GENERACI BODŮ	76
2.5.	POSTUP MĚŘENÍ	78
2.6.	VÝPOČET CHYB A NEJISTOT MĚŘENÍ	80
2.6.1.	POUŽITÉ ZKRATKY	80
2.6.2.	VÝPOČET CHYB UUT	82
2.6.3.	VÝPOČET NEJISTOT MĚŘENÍ	82
2.6.4.	RELATIVNÍ VYJÁDŘENÍ HODNOT	84
2.7.	FORMÁT PROTOKOLU	85
2.8.	TESTOVACÍ PROCEDURA	87
2.9.	REGISTRACE PROGRAMU	88
2.10.	SPECIÁLNÍ TYPY KALIBRACÍ	90
2.10.1.	ANALGOVÉ PŘÍSTROJE	90
2.10.2.	KALIBRACE DEKÁD	92
<b>3.</b>	<b><u>TERMINOLOGIE</u></b>	<b>94</b>

## 1. Rychlý start

### 1.1. Určení

Program CALIBER je určen k automatizovaným kalibracím přístrojů pomocí etalonu. K jeho použití je (kromě testovaného přístroje a příslušného etalonu) zapotřebí počítač s operačním systémem Windows 2000/XP/Vista/7. Výstupem programu CALIBER je fyzicky provedená kalibrace přístroje a doklad o této kalibraci – tabulka s měřeními a vyhodnocenými daty (protokol).

Přístroje při kalibraci:



Naměřený protokol:

Funkce	Rozsah	Etalon	UUT	Odchylka	%spe	Povoleno	Nejistota
VDC-2W	200 mV	20.0 mV	20.0 mV	-0 uV	0	200 uV	62 uV ok
VDC-2W	200 mV	180.0 mV	180.6 mV	620 uV	62	1003 uV	71 uV ok
VDC-2W	200 mV	-180.0 mV	-180.7 mV	-690 uV	-69	1003 uV	69 uV ok
VDC-2W	2 V	0.200 V	0.200 V	-0.00 mV	0	2.00 mV	0.58 mV ok
VDC-2W	2 V	1.800 V	1.807 V	7.00 mV	70	10.04 mV	0.58 mV ok
VDC-2W	2 V	-1.800 V	-1.807 V	-6.80 mV	-68	10.03 mV	0.64 mV ok
...							

Přístroje mohou být ovládány ručně nebo automatizovaně (počítačem). V automatizovaném režimu lze k řízení přístrojů použít sběrnici RS232 nebo GPIB, případně libovolnou další sběrnici (USB, Ethernet, RS485, ...) používající průmyslový standard VISA.

### 1.1.1. Součásti programu Caliber

Program Caliber sestává ze čtyř základních modulů:

**Procedury**

**Karty přístrojů**

**Uživatelské funkce**

**Pravidla generování**

Podstatou programu je automatizovaná kalibrace měřidel, která probíhá podle předem připraveného kalibračního postupu neboli Kalibrační procedury. Pro práci s kalibračními procedurami je určen základní modul programu Caliber nazvaný **Procedury**. Pomocí tohoto modulu lze vytvářet a upravovat kalibrační procedury a lze i přímo provádět kalibrace. Pro kalibrační proceduru jsou důležité přístroje, které se při kalibraci využívají. V nejjednodušším případě proceduru tvoří seznam přístrojů a seznam vybraných funkcí, rozsahů a bodů kontrolovaného přístroje.

Přístroj je v programu Caliber definován kartou přístroje. Karta přístroje obsahuje veškerý popis přístroje. Jedná se zejména o seznam podporovaných funkcí, definice rozsahů, specifikace a způsob ovládání přístroje. Pro práci s kartami přístrojů je určen modul **Karty přístrojů**. Jakmile je karta jednou vytvořena, lze ji snadno používat pro libovolnou kalibraci v libovolné konfiguraci a program již automaticky bude znát veškeré vlastnosti přístroje.

Modul **Uživatelské funkce** umožňuje vytvářet nové funkce a do jisté míry upravovat stávající. Funkce představuje kategorii podporovaných vlastností přístroje, která je následně používána v celém systému Caliber. Funkcí je např. V-DC (stejnoseměrné napětí) nebo FREQ (kmitočet).

Modul **Pravidla generování** slouží k vytváření pravidel, která se použijí při automatickém vytváření kalibračních procedur.

Zjednodušeně lze říci, že Karty přístrojů definují vlastnosti objektů, které se účastní kalibrace a Kalibrační procedury definují vztahy mezi těmito objekty. Kalibrační procedura stanovuje, které přístroje se budou kalibrace účastnit, jaká bude jejich funkce (kontrolovaný přístroj, zdroj, etalon) a ve kterých bodech bude kalibrace provedena.

Kalibrační procedura se vytváří interaktivně a nevyžaduje programovou znalost technika. Program CALIBER může být používán samostatně nebo jako programový modul databázového prostředí WinQbase. Je-li používán samostatně, je výstupem programu pouze kalibrační protokol. Pokud je používán s databází WinQbase, jsou výsledky programu CALIBER přenášeny do této databáze a uživatel má možnost k dalšímu zpracování využít všech vlastností WinQbase. V dalším textu je popisována činnost programu CALIBER při samostatném použití.

Kapitola 1.4 obsahuje příklady nejčastěji prováděných úkonů. Je vhodné provést první seznámení s programem právě na těchto příkladech. Není přitom důležité, zda se jedná o plnou verzi nebo demoverzi.

## 1.2. Složení systému

- řídicí jednotka PC P-800 MHz a vyšší, monitor SVGA, RAM 512 MB
- operační systém MS Windows 2000/XP/VISTA/7
- programové vybavení Caliber
- přístroje potřebné pro kalibraci + propojovací kabely

## 1.3. Instalace programu

Tato kapitola popisuje instalaci programu Caliber, pokud je využíván samostatně. Je-li využíván jako součást programu WinQbase, je instalace provedena automaticky při instalaci WinQbase. Program Caliber je distribuován na disku CD ROM.

### Instalace programu Caliber:

Instalace musí být prováděna pod účtem uživatele, který má administrátorská oprávnění.

Po zasunutí CD ROM se zobrazí ovládací menu, umožňující přímou instalaci programu Caliber. Pokud se CD ROM automaticky nespustí, můžete instalaci spustit programem „install\software\CaliberSetup.exe“.

Program nejprve nabídne volbu jazyka a poté spustí průvodce instalací.

Průvodce instalací sestává z následujících bodů:

- Zadání jméno uživatele a názvu firmy, ke které se daná licence vztahuje.
- Zadání místa v počítači, kde má být instalace umístěna – doporučujeme potvrdit nabízenou složku Caliber.
- Provedení vlastní instalace.
- Restart počítače.

Po restartu počítače ponechte instalační CD ROM v mechanice a spustěte z nabídky „Start“ nově nainstalovaný program. Je možné, že operační systém načte z instalačního CD některé další informace. Program se automaticky spustí v demonstračním módu a je možné jej aktivovat po zadání „Registračního kódu“ viz kapitola „Registrace programu“. Po spuštění programu je možné CD ROM vyjmout.

Pokud používáte k ovládání přístrojů **kartu GPIB** (je vyžadována od National Instruments), je nutné nainstalovat příslušný ovladač pomocí instalačního CD dodaného spolu s kartou GPIB.

Pokud používáte ke snímání naměřených hodnot **kameru**, je nutné nainstalovat příslušný ovladač pomocí instalačního CD dodaného s kamerou.

Pokud používáte k ovládání přístrojů VISA rozhraní, je nutné nainstalovat ovladač VISA. Na instalačním CD programu Caliber se nachází instalace tohoto ovladače od National

Instruments. Instalace je dostupná z hlavního menu, které se zobrazí po spuštění instalačního CD, nebo je možno instalaci spustit přímo z adresáře „Install/Drivers“.

### **Oinstalace programu**

Program je možné z počítače odstranit obvyklým způsobem „Přidat nebo odebrat programy“ ze složky Ovládací panely.

## 1.4. Obsluha programu

### 1.4.1. Sestavení měřicí úlohy


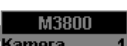
Abychom mohli provést kalibraci, je třeba mít přístroj, který bude předmětem kalibrace a přístroj (nebo přístroje) potřebné k jeho kontrole. V jednom kalibračním bodě lze použít maximálně 20 přístrojů. Počet přístrojů v celé kalibrační proceduře není omezen (každý bod může používat jiné přístroje). Jediné omezení, dané účelem programu, je jediný testovaný přístroj (UUT), stejný pro celou kalibrační proceduru.

Program Caliber umožňuje sestavit měřicí úlohu pomocí pěti základních typů přístrojů:



- UUT** (Unit Under Test) – kalibrovaný přístroj. Přístroj, který je předmětem kontroly. Není přitom důležité, zda se jedná o zdroj signálu nebo o měřidlo. Kalibrovaným přístrojem může být multimetr, odporová dekáda, procesní kalibrátor apod. Jako UUT může být použit i převodník při dodržení určitých pravidel. V programu je UUT vždy odlišen modrou barvou.
- Etalon** – etalonový přístroj, na který je UUT navazován (program jej využívá pro stanovení konvenčně pravé hodnoty). Etalonem může být zdroj signálu (kalibrátor) nebo měřidlo (multimetr, váha). V programu je etalon vždy odlišen červenou barvou.
- Zdroj** – zdroj signálu. V každé měřicí úloze musí být přítomen zdroj signálu. Může být využit na pozici etalonu (kalibrátor), na pozici UUT (kalibrace dekády) nebo může sloužit pouze jako zdroj.
- Převodník** - převádí měřený signál. Umožňuje převod veličin (proudový bočník, převodník napětí / kmitočet), případně převod hodnoty (transformátor, 50-ti závitová proudová cívka). Program nepovoluje zařadit převodník k UUT. Toto omezení je však možné snadno obejít vytvořením dalšího rozsahu kalibrovaného měřidla (např. rozsahu 5 kV pro multimetr s vysokonapěťovou sondou). Převodník připojený k etalonu je v programu odlišen červenou barvou.
- Přepínač** – jedná se o přístroj, který je možno ovládat spolu s ostatními přístroji při kalibraci, ale nemá žádný vliv na kalibrační výsledky (není to etalon, UUT, zdroj ani převodník). Lze jej použít jako automatizovaný přepínač svorek apod.

Podmínkou pro použití jakéhokoliv přístroje je existence Karty přístroje. Při sestavování měřicí úlohy je třeba definovat UUT, Etalon a Zdroj. Použití Převodníku není povinné. U každého přístroje lze zvolit způsob ovládání. Manuální, po sběrnici GPIB, RS232, VISA nebo kamerou.

Program z hlediska toku signálu dělí přístroje na následující:

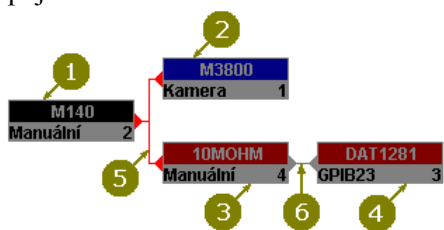
-  Zdroj – signál z něj vystupuje, nemá žádné vstupy. Signál vytváří.
-  Měřidlo – signál do něj vstupuje, nemá žádné výstupy. Signál měří.



- c)  Převodník – signál do něj vstupuje a signál z něj i vystupuje. Signál transformuje.
- d)  Přepínač – je podobný jako měřidlo, signál do něj pouze vstupuje, ale neočekává se od něj žádná měřená hodnota.

### Schéma přístrojů

Všechny přístroje použité v programu musí být spolu signálově propojené, což je znázorněno propojovací linkou. Ta může mít šedou (6) nebo oranžovou (5) barvu. **Oranžová linka** značí,



1. Zdroj
2. Měřidlo UUT
3. Etalonový převodník
4. Etalonové měřidlo
5. Hlavní signálová sběrnice
6. Transformovaná sběrnice

že přístroj je připojen k hlavní sběrnici, tzn., že všechny hodnoty na něm jsou nastaveny přesně

tak jako je nastaven i UUT (2), tedy tak jak určuje kalibrační procedura. **Šedá linka** značí, že hodnoty byly transformovány převodníkem (3) a mohou být tedy odlišné od UUT. Převodníků může být zařazeno několik za sebou a hodnoty se mohou postupně transformovat směrem vždy od hlavní sběrnice. Pro lepší přehlednost je možné po vybrání konkrétního kalibračního bodu najet kurzorem myši nad přístroj a prohlédnout si na jakou veličinu a jakou hodnotu bude přístroj nastaven (po transformaci převodníkem).

### Zobrazení přístroje v proceduře

Každý přístroj je v programu zobrazen jako obdélník. V horní polovině obdélníku je název přístroje (1). Dolní



1. Název přístroje
2. Postavení přístroje (barva)
3. Značení signálu
4. Typ komunikace
5. Index přístroje

přístroje (1). Dolní polovina je rozdělena na dvě části, v levé části je zobrazen typ komunikační sběrnice (4) jakým je přístroj

ovládán případně po jaké sběrnici je hodnota z přístroje načítána. V pravé části je pak index přístroje (5). Tento index jednoznačně identifikuje jednotlivé přístroje i když mají stejný název (stejný přístroj je totiž možné použít v proceduře vícekrát). Nalevo i napravo od přístroje může být znázorně zobáček, který určuje signálové propojení (3) mezi přístroji. Zdroj má zobáček pouze napravo, měřidlo má zobáček pouze nalevo, převodník má zobáček z obou stran, přepínač nemá zobáček žádný. Barva pozadí obdélníku symbolizuje postavení přístroje (2), modře UUT, červeně Etalon, šedě všechny ostatní přístroje, jejichž hodnota není pro výsledek kalibrace nijak důležitá. Při sestavování schéma přístrojů je vhodné zdroje umísťovat v levé části plochy a měřidla a přídatky v pravé části plochy, převodníky pak mezi tyto přístroje. Přístroje je možné po ploše přemísťovat kliknutím levého tlačítka myši a současným tažením myši. Přemísťovat přístroje lze, pouze pokud je schéma přístrojů aktuální pro daný bod, rozsah, funkci nebo proceduru. To, že je schéma aktuální je zobrazeno tučným písmem přístrojů.

## Příklady měřicích úloh :

## a) Kalibrace multimetru METEX M3800 pomocí kalibrátoru MEATEST M140



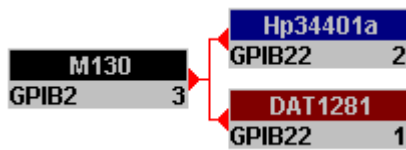
Kalibrátor je použit jako zdroj a současně jako etalon. Je ovládán po sběrnici RS232 (COM2 počítače). Hodnoty z měřeného přístroje jsou načítány pomocí kamery.

## b) Kalibrace dekády MEATEST M612 pomocí multimetru DATRON 1281



Dekáda je měřeným přístrojem a současně zdrojem signálu. Je ovládána po sběrnici RS232 (COM1 počítače). Etalonem je přesný multimetr DATRON 1281 připojený na sběrnici GPIB s adresou 22.

## c) Kalibrace multimetru HP34401 pomocí multimetru DATRON 1281 a kalibrátoru MEATEST M130



HP34401A je kalibrovaným přístrojem. Multimetr DATRON 1281 je použit jako etalon a kalibrátor MEATEST M130 je použit jako zdroj signálu. Všechny přístroje jsou připojeny po sběrnici GPIB.


## d) Kalibrace rozsahu 20A kalibrátoru MEATEST M140 pomocí multimetru DATRON 1281 s bočníkem BURSTER 10 mΩ

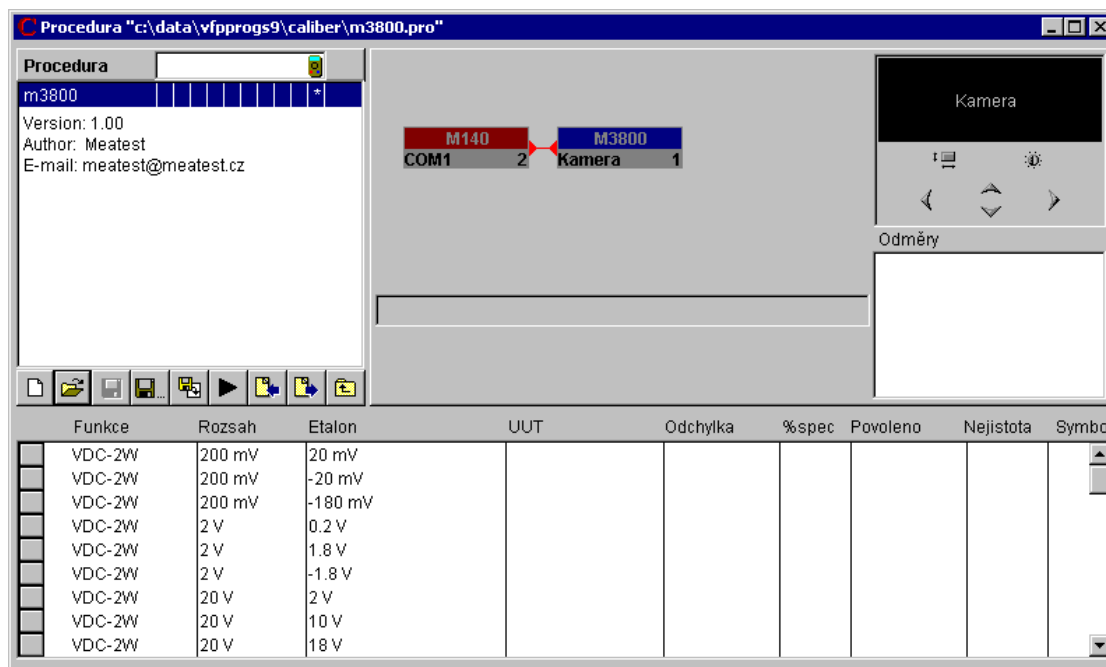


M140 je kalibrovaným přístrojem a současně zdrojem signálu. DATRON 1281 s bočníkem 10 mΩ je etalonovým měřidlem. Všechny přístroje kromě převodníku jsou připojeny po sběrnici GPIB.

V jedné kalibrační proceduře je možné používané přístroje průběžně měnit.

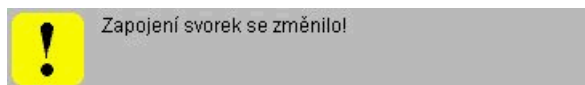
### 1.4.2. Kalibrace podle vytvořené procedury

V programu „Caliber“ spustíme modul „Procedury“ (nabídka „Okno“ z horní nabídkové lišty, položka „Procedury“). Na dolní liště Stavového okna stiskneme tlačítko „Otevřít“ ( ) a vybereme  proceduru M3800.



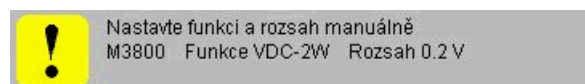
Připojíme přístroje zobrazené v okně „Schéma přístrojů“. Pokud není k dispozici kamerové snímání, je třeba nastavit čtení M3800 na manuální. Provedeme to tak, že klikneme pravým tlačítkem myši na přístroj „M3800“ a z nabídky vybereme položku „Konfigurace přístroje“. Okno „Měření pomocí“ přestavíme na „Manuální“ a stiskneme klávesu „OK“. V okně protokolu můžeme vybrat bod, od kterého chceme kalibraci spustit (zvolíme 1. bod) a stiskneme klávesu „Spustit kalibraci“. Stiskem klávesy ESC je možné kalibraci kdykoliv zastavit.

Program nejprve upozorní obsluhu na změnu v zapojení výstupních svorek (aktuální



zapojení svorek je ve stavovém okně programu), otevře přístroje, které se účastní kalibrace a provádí bod po bodu všechny předepsané kontrolní hodnoty.

Vždy při změně rozsahu nebo funkce je obsluha vyzvána k nastavení přístroje.



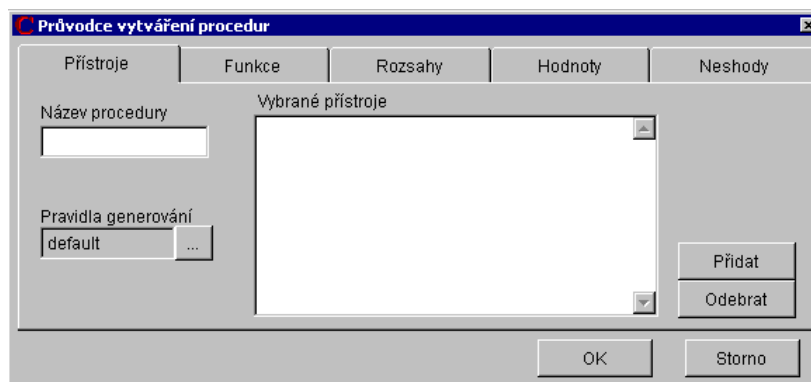
Bez kamerového snímání je třeba zadávat naměřené hodnoty z klávesnice. Program vyžaduje provedení sady deseti měření pro každý kontrolovaný bod. Počet měření lze upravit změnou položky „Počet měření UUT“ v okně „Nejistota“. Okno nejistota vyvoláme po zastavení programu (klávesou ESC) stiskem pravého tlačítka myši nad stavovým oknem programu.

Stiskem klávesy „Esc“ lze kalibraci kdykoliv zastavit. Znovu lze kalibraci spustit stiskem klávesy „Spustit kalibraci“. Kalibraci lze opakovaně spustit z libovolného místa. Pokud je v daném místě naměřená hodnota již zaznamenána, bude nahrazena hodnotou novou.

Je-li kalibrace spuštěna ze systému WinQbase, výstupní protokol se automaticky po zavření modulu „Procedura“ zapíše do databáze kalibrací k příslušnému evidenčnímu listu. Bez databázové nadstavby musíme provedenou kalibraci zapsat do souboru. To je možné po stisku pravé klávesy myši nad oknem protokolu a výběrem položky „Export“. Bez uložení bude naměřený protokol po zavření modulu „Procedura“ ztracen.

### 1.4.3. Vytvoření nové kalibrační procedury (metodiky kalibrace)

V programu „Caliber“ vyvoláme modul „Procedury“. Na dolní liště Stavového okna stiskneme tlačítko „Nový“. Spustí se průvodce vytváření procedur.



**Název procedury** – pod tímto jménem je generovaná procedura uložena.

**Pravidla generování** – výběr pravidel, podle kterých se bude kalibrační procedura vytvářet. Uživatel může mít několik souborů pravidel, popisujících výběr kalibračních bodů pro jednotlivé funkce. Podrobněji se pravidly průvodce zabývá kapitola „Pravidla generování“.

**Vybrané přístroje** – seznam přístrojů použitých k provádění kalibrace.

**Přidat** – doplní do seznamu přístrojů další položku.

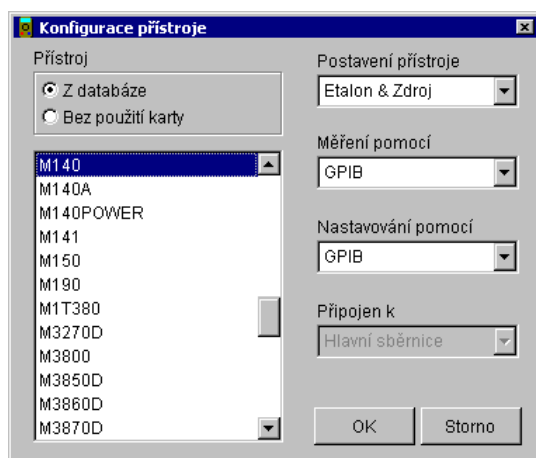
**Odebrat** – odstraní položku ze seznamu přístrojů.

**OK** – ukončí průvodce a vybrané funkce, rozsahy a hodnoty přenesou do procedury.

**Storno** – ukončí činnost průvodce.

Při vytváření procedury dodržuje průvodce následující postup:

a) **Krok 1 – Výběr přístrojů.** Do okna „**Název procedury**“ zapíšeme textové označení

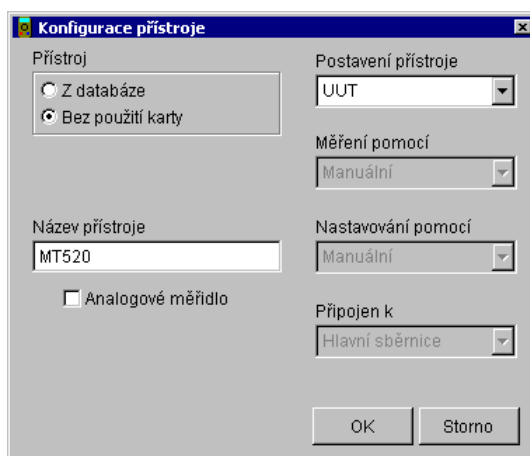


vytvářející metodiky. Nejčastěji to bude typové označení kontrolovaného přístroje. Např. M3800 pro multimetr metex typ 3800. Maximální počet znaků je 12. **Pravidla generování** ponecháme nastavená na „default“. Pokud požadujeme jiná pravidla návrhu kalibračních bodů, můžeme je vybrat. Zpravidla používáme jiná pravidla pro kontrolu zdrojů, případně dekád. Pravidla označená jako „default“ jsou určena především pro

kontrolu multimetrů. Do okna „**Výběr přístrojů**“, zadáme přístroje, které chceme použít pro kalibraci. Nejprve určíme kontrolovaný přístroj (UUT), vybereme jej z databáze a přiřadíme mu funkci („Postavení přístroje“) a způsob ovládání („Měření pomocí“,

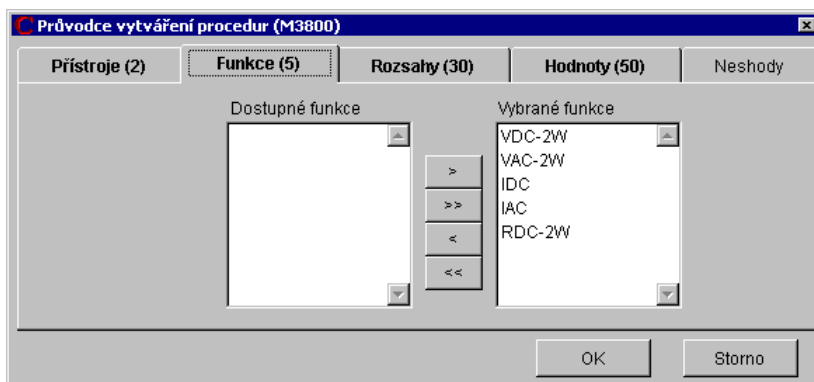
„Nastavování pomocí“). Stejným způsobem postupujeme při výběru ostatních přístrojů (Zdroj, Etalon). Mezi vybrané přístroje nelze zapsat převodníky, přepínače a přístroje, které chceme zařadit za převodníky, ty je nutno zadávat až editací vlastní procedury. Z pole „Připojen k“ nelze při použití průvodce vybírat. Je zde napevno navolena položka „Hlavní sběrnice“. Hlavní sběrnici se rozumí signálová sběrnice (funkce, rozsah a hodnota) platná pro UUT. Pro tvorbu procedury je nejdůležitější kontrolovaný přístroj (UUT) a ten jako jediný je nutno zadat. Podle UUT se provádí výběr funkcí, rozsahů a kontrolních bodů. U ostatních přístrojů (Etalon a Zdroj) se pouze kontroluje, jestli jsou jejich schopnosti měření (generace) dostatečné pro kontrolu daného přístroje. Pokud neexistuje pro požadovaný přístroj „Karta přístroje“, je třeba ji vytvořit. Podrobněji se postupem vytvoření karty přístroje zabývá kapitola „Modul Karta přístroje“. Aktivací záložky „Funkce“ přejdeme k dalšímu kroku.

*Poznámka: Při generování nové procedury lze použít pouze přístroje, které mají vytvořenu kartu. Výjimku tvoří testované měřidlo, pro které je možné vytvořit proceduru bez karty přístroje. Ve vytvořeném kalibračním protokolu ovšem chybí vyhodnocení a na každém řádku protokolu je uvedena pouze odchylka a nejistota. Pole povolená chyba a procenta čerpání specifikace zůstávají nevyplněna. Generace procedury v tomto případě neprobíhá automaticky a testované funkce, rozsahy a body je třeba zadat. Vytvoření procedury bez použití karty přístroje je tedy pouze nouzovým řešením, vhodným spíše pro rychlé ověření základních funkcí kontrolovaného přístroje než pro kalibraci.*



*Zadáme-li přístroj „Bez použití karty“, je třeba pouze zapsat jeho název a zvolit postavení přístroje. Další kroky již je třeba provést manuálně (volba funkcí, rozsahů a bodů).*

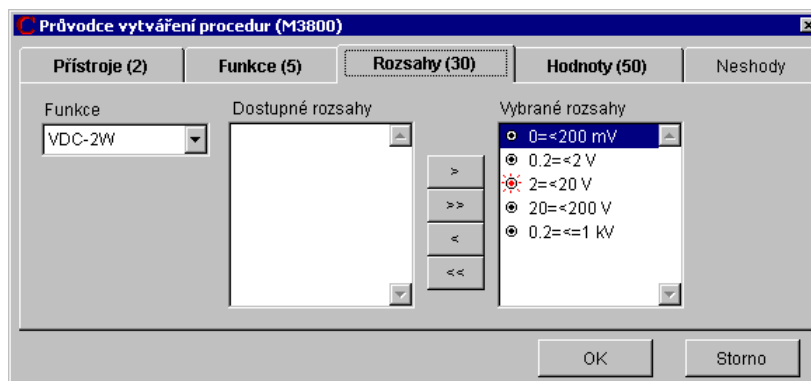
b) **Krok 2 – Výběr funkcí.** Průvodce navrhne funkce, které bude procedura obsahovat.



Pomocí šipek pro přesun jedné položky (>, <), případně všech položek (>>, <<) je možné počet funkcí vybraných pro kontrolu přístroje snížit. Není možné přidat do

procedury funkce, které nejsou definované na kartě přístroje UUT. Aktivací záložky „Rozsahy“ přejdeme k dalšímu kroku.

c) **Krok 3 – Výběr rozsahů.** Průvodce navrhne rozsahy pro každou funkci, kterou bude



procedura obsahovat. Ke každému rozsahu přiřadí „Typ rozsahu“ (má význam pouze pro automatické sestavování kalibračních procedur – viz dále). Podle „Typu rozsahu“ a zvolených „Pravidel generace bodů“ jsou v následujícím kroku stanoveny kontrolní body. „Typ rozsahu“ je možné změnit po stisku pravého tlačítka myši nad zvoleným rozsahem. Na výběr jsou následující typy:



**Běžný** – rozsah, který nemá zvláštní postavení (= není ani nejnižší, ani nejvyšší, ani prostřední, ani specifický).

**Nejnižší** – nejnižší rozsah.

**Prostřední** – rozsah ležící uprostřed. Každá funkce obsahuje pouze jeden prostřední rozsah. Pokud je počet rozsahů sudý, je jako prostřední programem označen vyšší rozsah.

**Nejvyšší** – nejvyšší rozsah.

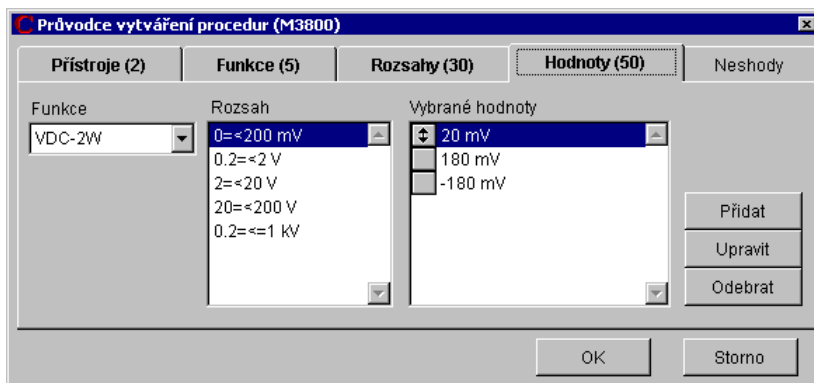
**Specifický** – rozsah, jehož hodnota leží uvnitř pevně definovaného intervalu dané veličiny (např. napětí vyšší než 200 V, apod.).

Typy rozsahů „Běžný“ a „Specifický“ se mohou v jedné funkci vyskytnout vícekrát, typy rozsahů „Nejnižší“, „Prostřední“ a „Nejvyšší“ pouze jednou.

Pro všechny typy rozsahů nemusí být definována pravidla generace bodů. Pokud není u některé funkce daný typ rozsahu definován, je v nabídce potlačen (není možné jej zvolit). Naopak je možné pro každou funkci definovat specifické rozsahy (např. větší než 2 A, apod.). Pokud taková definice existuje, objeví se v nabídce typů rozsahu. Pomocí šipek pro přesun jedné položky (>, <), případně všech položek (>>, <<) je možné počet rozsahů vybraných pro kontrolu přístroje snížit. Není možné přidat do procedury rozsahy, které nejsou definované na kartě přístroje UUT. Stejně tak není možné zadat typy rozsahů, které nejsou definovány v „Pravidlech pro generování bodů“. Podrobněji se typům rozsahů věnuje kapitola „Modul Pravidla generování“. Aktivací záložky „Hodnoty“ přejdeme k dalšímu kroku.

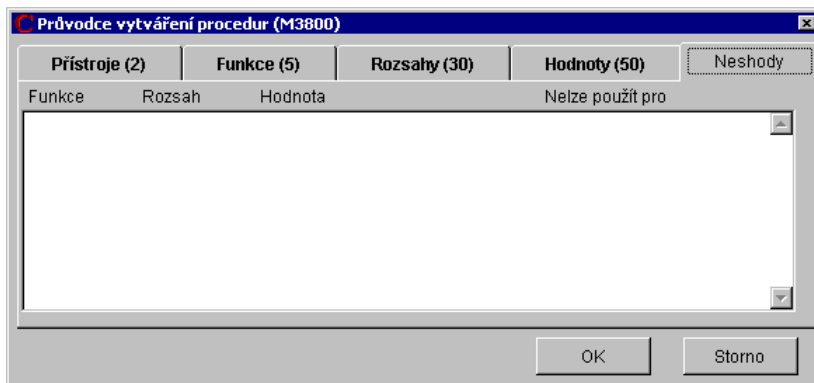
*Poznámka: Typy rozsahů odpovídají značení zavedenému v dokumentu EA 10/15, popisujícím metodiku kontroly digitálních multimetrů.*

d) **Krok 4 – Výběr hodnot.** Průvodce navrhne kontrolní body pro každý rozsah a funkci,



kteří procedura obsahuje podle „Typu rozsahu“ a vybraných „Pravidel generace bodů“. V rámci rozsahu je možné měnit pořadí jednotlivých bodů, body měnit, odebírat nebo přidávat. Postupnou volbou jednotlivých „Funkcí“ a „Rozsahů“ lze zkontrolovat všechny body. Aktivací záložky „Neshody“ přejdeme k dalšímu kroku.

e) **Krok 5 – Neshody.** Na závěr průvodce vypíše seznam hodnot, které nejsou na některém



z použitých přístrojů nastavitelné. Pokud není seznam prázdný, máme možnost se vrátit zpět k některému z předchozích kroků a hodnoty zkorigovat. Dokončení procedury s hodnotami, které nejsou pro některý přístroj povolené, povede k potížím při běhu programu. Stiskem klávesy „OK“ vytvoříme kontrolní proceduru k testovanému přístroji. Uložit vytvořenou proceduru na pevný disk můžeme pomocí kláves „Uložit“ nebo „Uložit jako“. V prostředí WinQbase stačí program Caliber ukončit. Tím dojde k automatickému přenosu vytvořené procedury do databázového prostředí.

*Poznámky: Průvodce vytváření procedur je jediný možný způsob jak vytvořit novou proceduru. Nicméně pokud je procedura již vytvořena, je možné ji*




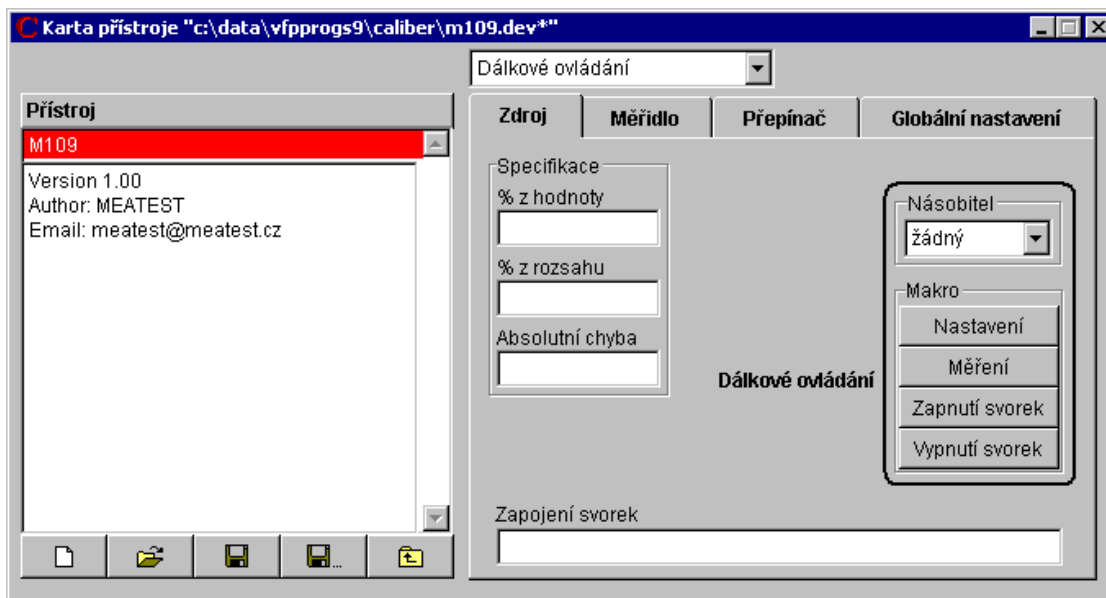
*interaktivním způsobem měnit. Můžeme přidávat a odstraňovat libovolné funkce, rozsahy a kalibrační body.*

*Průvodce je velice snadný a rychlý způsob vytvoření nové procedury. Neumožňuje však některé speciální kombinace, např. změnu přístrojů v průběhu kalibrace. Tyto změny je třeba provést dodatečně ve vytvořené proceduře.*

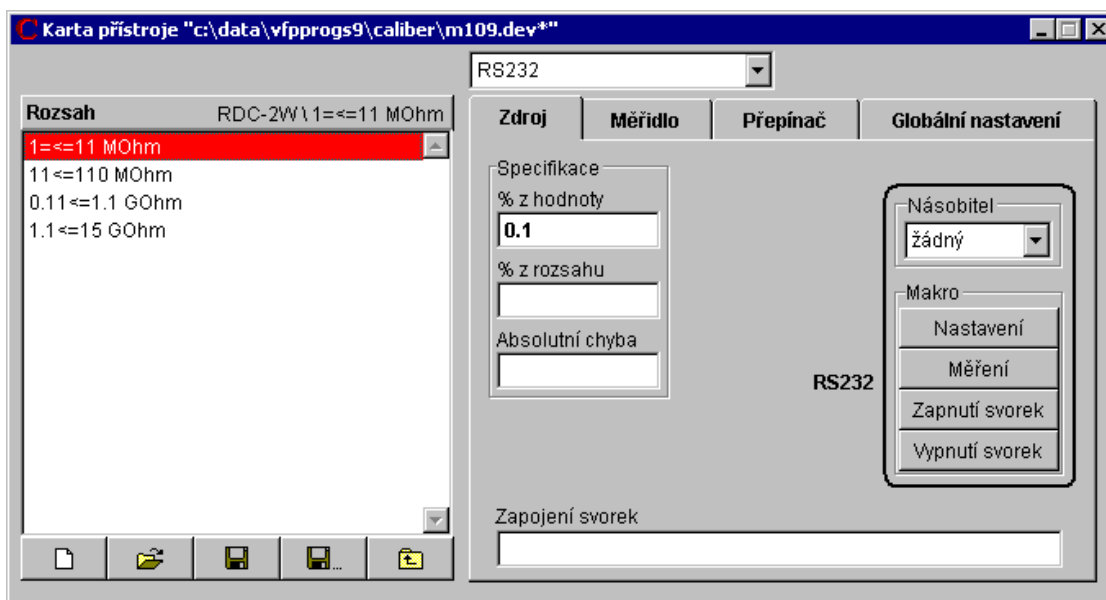
*Průvodce je možné opustit stiskem klávesy OK již v kroku jedna po zadání názvu procedury a výběru přístrojů. Jednotlivé kalibrační body lze potom dopsat v ručním režimu.*

### 1.4.4. Vytvoření karty přístroje (dekáda MEATEST M109)

V programu „Caliber“ spustíme modul „Karty přístrojů“ (nabídka „Okno“ z horní nabídkové lišty, položka „Karty přístrojů“). Na dolní liště Stavového okna stiskneme tlačítko „Nový“ (  ) a zadáme název M109.



Ve stavovém okně s názvem „Přístroj“ nastavíme myš na pruh „M109“ a dvojitým kliknutím myši přepneme stavové okno na úroveň „Funkce“. Stiskem pravého tlačítka myši přidáme funkci RDC-2W. Přepneme se na úroveň „Rozsahy“ a na základě specifikace M109 přidáme čtyři rozsahy přístroje a jejich specifikaci. Rozsahy je třeba vždy zadávat v základních jednotkách (V, A,  $\Omega$ , Hz apod.).



Klávesou „Nahoru“ z dolní lišty stavového okna se vrátíme na základní úroveň „Přístroj“ a doplníme zapojení výstupních svorek „H,L“. Tím je dokončena část karty popisující metrologické vlastnosti přístroje. Nyní je třeba ještě doplnit způsob ovládání.

U dekád, které nemají možnost dálkového ovládní počítačem, zvolíme na horní liště typ ovládní „Manuální“.

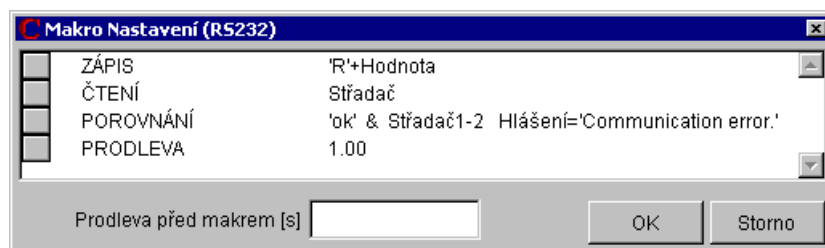


Volbu „Nastavení“ ponecháme v implicitní poloze „Automaticky“. Vždy při změně hodnoty dekády bude obsluha vyzvána k nastavení přístroje.

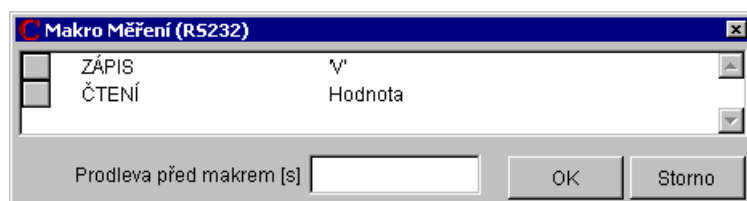
Volbu „Měření“ přepneme do polohy „Je nominální hodnota“. Program předpokládá, že hodnota nastavená na dekádě je hodnota požadovaná.


Volby „Zapnutí svorek“ a „Vypnutí svorek“ přepneme do polohy „Žádný“.

M109 má možnost dálkového ovládní po RS232. Na horní liště zvolíme typ „Dálkové ovládní“. Všechna tato nastavení provádíme na základní úrovni „Přístroj“ neboť budou platná pro všechny funkce a rozsahy. Jednotky, které dekáda používá při komunikaci po sběrnici RS232 jsou  $M\Omega$ , násobitel proto nastavíme na „mega“. Makra „Nastavení“ a měření se vyplní podle příkazů pro ovládní dekády. Makro nastavení sestává ze zápisu hodnoty příkazem „R“+Hodnota, načtení odpovědi dekády, a pokud je odpověď „ok“, ponechá se prodleva 1 sekunda na ustálení hodnoty. Není-li odpověď „ok“, program se přeruší s hlášením „Communication error“.




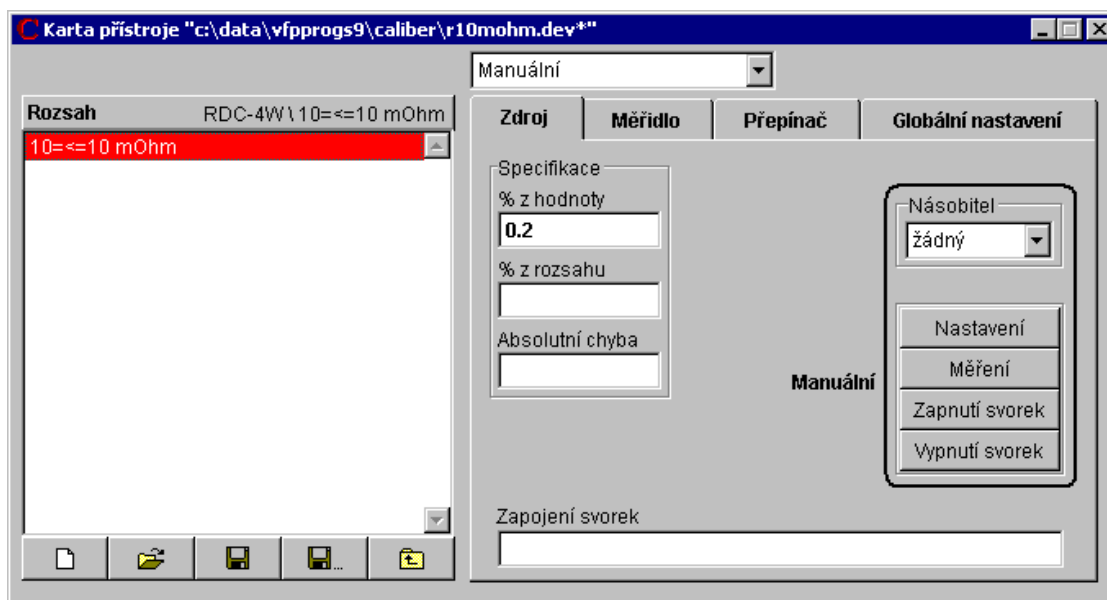
Makro „Měření“ sestává ze zápisu příkazu „V“ (požadavek načtení hodnoty) a z načtení nastavené hodnoty.



Na dolní liště Stavového okna stiskneme tlačítko „Uložit“ ( ),  zadáme název a kartu přístroje uložíme.

### 1.4.5. Vytvoření karty přístroje (odpor 10 mΩ)

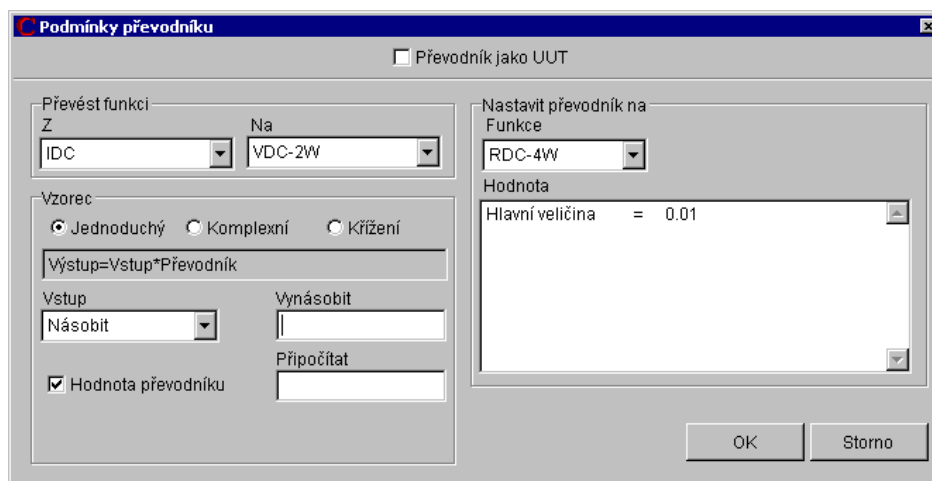
V programu „Caliber“ spustíme modul „Karty přístrojů“ (nabídka „Okno“ z horní nabídkové lišty, položka „Karty přístrojů“). Na dolní liště Stavového okna stiskneme tlačítko „Nový“ (  ) a zadáme název R10MOHM (program neumožňuje rozlišení malých a velkých písmen v názvu).




Odpor můžeme používat jednak ve funkci zdroje hodnoty 10 mΩ, jednak jako převodník proudu na napětí s převodní konstantou 0.01 Ω. Obě tyto vlastnosti můžeme popsat na jedné kartě přístroje. To jak se odpor při měření uplatní, bude záležet na tom, použijeme-li ho ve funkci zdroje nebo převodníku.

Ve stavovém okně s názvem „Přístroj“ nastavíme myš na pruh „R10MOHM“ a dvojitým kliknutím myši přepneme stavové okno na úroveň „Funkce“. Stiskem pravého tlačítka myši přidáme funkci RDC-4W a pokud známe střídavou hodnotu odporu také funkci RAC-4W. Přepneme se na úroveň „Rozsahy“ a přidáme rozsah od 0.01 do 0.01 na obou funkcích. U střídavého rozsahu se přepneme na úroveň „Frequency“ a zadáme kmitočtový rozsah (např. 40 Hz až 80 Hz). Do okna specifikace zadáme mezní povolenou odchylku odporu. Do okna „Zapojení svorek“ doplníme jejich popis (např. Hu,Hi,Li,Lu). Ovládání přepneme na „Manuální“ a karty „Nastavení“, „Zapnutí svorek“ a „Vypnutí svorek“ přepneme na „Žádný“, na kartě „Měření“ přepneme na fixní (etalonovou) hodnotu a zadáme ji do příslušného pole. Pokud se hodnota po recalibraci změní, můžeme ji zde přepsat. Tím je hotova část karty popisující zdroj 10 mΩ.

Nyní je třeba popsat vlastnosti odporu ve funkci převodníku proudu na napětí. Na kartě přístroje se přepneme na záložku „Globální nastavení“. Stiskneme pravé tlačítko myši v okně „Podmínky převodníku“ a zvolíme „Přidat“. Zobrazené okno vyplníme podle obrázku.



Převodník bude převádět funkci IDC na VDC-2W. Sám přitom bude nastaven na funkci RDC-4W s nominální hodnotou 0.01. Funkce a hodnota, na kterou je převodník nastaven, je určující pro výpočet převodu a pro stanovení nejistoty měření. Pro skutečný výpočet se však nepoužije nominální hodnota, ale hodnota určená měřením (lze ovlivnit na záložce „Zdroj“ na kartě „Měření“ – v našem případě bude dosazena fixní (etalonová) hodnota).

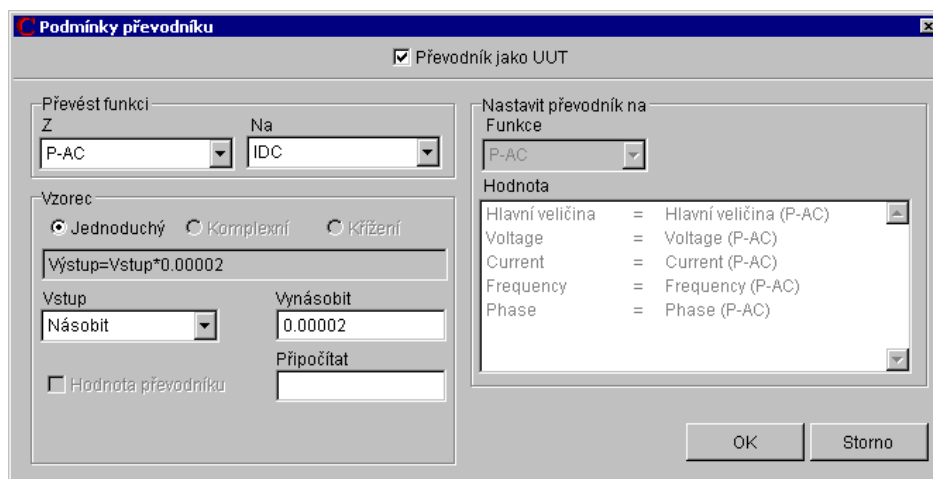
Na dolní liště Stavového okna stiskneme tlačítko „Uložit“ ( ),  zadáme název a kartu přístroje uložíme.

#### 1.4.6. Vytvoření karty přístroje převodníku výkonu.

Jedná se o reálný převodník, který převádí střídavý jednofázový výkon na stejnosměrný proud. Takto vytvořenou kartu lze použít i pro kontrolu převodníku, lze tedy přístroj nakonfigurovat jako UUT převodník.



Vytvoříme novou kartu přístroje s názvem „PK1000“. Globálně pro celý přístroj zadáme zapojení svorek, tedy „U+,U-,I+,I-,O+,O-“, (U – značí vstupní napěťové svorky, I – značí vstupní proudové svorky, O – značí výstupní proudové svorky). Zadáme novou funkci v režimu zdroje „P-AC“. Vytvoříme rozsah  $0 \leq 2600\text{W}$ , hodnotu  $2600\text{W}$  jsme získali podle maximálních přípustných vstupních parametrů převodníku ( $260\text{V}$ ,  $10\text{A}$ ). Rozsah bude jen jeden, protože funkce „P-AC“ je více-parametrická. Zadáme specifikaci převodníku, která bude platná pro tento rozsah a bude „0.2% z hodnoty“. Pokud by se chyba nedala specifikovat na kartě přístroje, tak by se nevyplňovala, ale bylo by nutné ji zadat při vytváření procedury. Nyní vytvoříme rozsahy jednotlivých parametrů, pro napětí tedy  $0 \leq 260\text{V}$ , pro proud  $0 \leq 10\text{A}$ , pro kmitočet  $40 \leq 60\text{Hz}$ , pro fázi  $0 \leq 360^\circ$ . Nyní nastavíme na kartě přístroje v záložce „Globální nastavení“ podmínky převodníku podle následujícího obrázku:



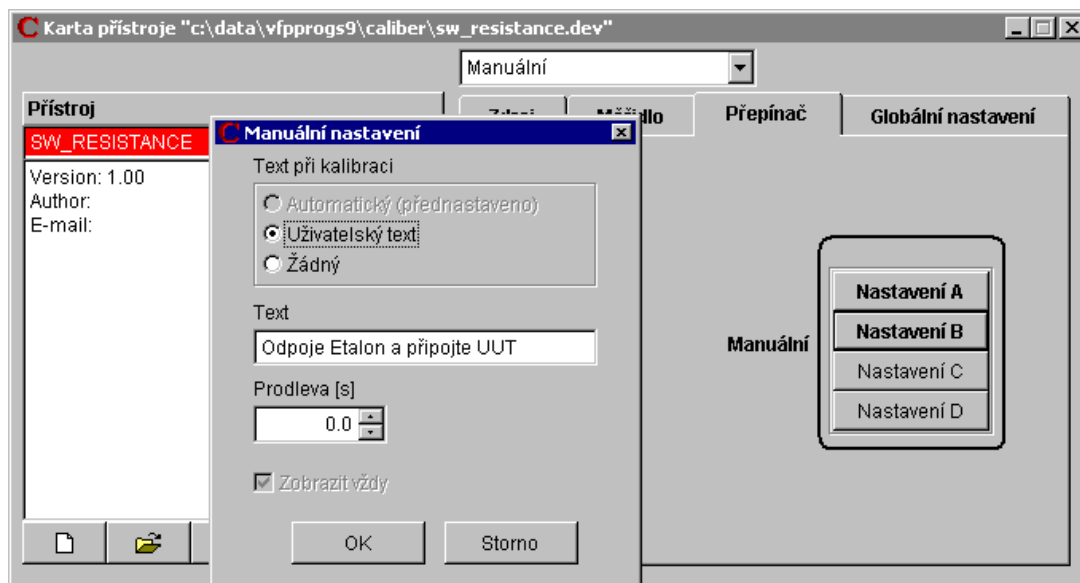
Nejprve zatrhneme pole „Převodník jako UUT“. Tím se nastaví parametry převodníku tak, aby jej bylo možno použít na pozici kontrolovaného přístroje. Převodník bude převádět výkon (PAC) na proud (IDC) a převodní násobící konstanta je zapsána v poli „Vynásobit“. Je možno zadat též aditivní konstantu v poli „Připočítat“. Hodnota převodník se do vzorce započítávat nebude. Převodník musí být nastaven na stejnou funkci jako je vstupní funkce převodníku a hodnota převodníku se musí ponechat tak

jak ji program automaticky nastaví (celá pravá část panelu), je to základní podmínka, aby bylo možné převodník použít jako kontrolovaný přístroj (UUT).

Karta se bude používat pouze v manuálním režimu a nastaví se proto manuální makro nastavení na volbu „Text při kalibraci“ – „Žádný“, přístroj se nikterak nenastavuje a nebude tedy při běhu kalibrace vyžadováno nastavení. Tímto je karta přístroje dokončena.

### 1.4.7. Vytvoření karty přístroje přepínače

Jedná se o jednoduchou kartu přepínače, která slouží pro přepínání svorek uprostřed kalibračního bodu. Její využití je možné při kalibraci odporových rozsahů kontrolovaného měřidla pomocí etalonového měřidla, kdy není možné v jedné chvíli připojit obě měřidla a měření se provádí nejprve na Etalonovém měřidle a následně na UUT měřidle. Karta je vytvořena jen pro manuální ovládání (nejedná se o reálný přístroj), ale v případě, že by se jednalo o skutečný přepínač se schopností dálkového ovládání, bylo by výhodné doplnit dálkové ovládání. Pro využití karty v proceduře bude potřeba upravit režim měření. Praktický příklad použití přepínače - viz Vytvoření procedury měřidla odporu.



- Spustíme modul Karty přístrojů (nabídka „Okno“ z horní nabídkové lišty, položka „Karty přístrojů“). Na dolní liště Stavového okna stiskneme tlačítko „Nový“ a zadáme název SW\_RESISTANCE.
- Nyní zvolíme typ komunikace "Manuální".
- V okně údaje karty zvolíme záložku "Přepínač".
- Nastavíme Manuální nastavení A. "Text při kalibraci" zvolíme "Uživatelský text" a do pole text zapíšeme "Odpojte UUT a připojte Etalon".
- Nastavíme Manuální nastavení B. "Text při kalibraci" zvolíme "Uživatelský text" a do pole text zapíšeme "Odpojte Etalon a připojte UUT".
- Na dolní liště Stavového okna stiskneme tlačítko „Uložit“. Tím je karta dokončena.



### 1.4.8. Vytvoření procedury měřidla odporu

Jedná se o kontrolu měřidla odporu pomocí etalonového měřidla a pomocného zdroje. V takovém případě není možno současně připojit kontrolované měřidlo a etalon, protože sami o sobě generují proud a výsledky měření by byly nesmyslné. Je proto nutné měření provádět nejprve na Etalonu a následně na UUT - přístroje mezi sebou přepínat. K tomuto účelu lze využít přístroj "Přepínač", který jsme již vytvořili (viz Vytvoření karty přepínače). Jedná se pouze o zkrácenou demonstrační proceduru, která slouží pouze pro účely pochopení vlastností programu.

- V programu „Caliber“ spustíme modul Procedura. Na dolní liště Stavového okna stiskneme tlačítko „Nový“. Spustí se průvodce vytváření procedur.

- Do okna „Název procedury“ zapíšeme KE2000R. Nyní vybereme přístroje, které se budou účastnit kalibrace. Stiskneme klávesu „Přidat“. Ze seznamu vybereme přístroj KE2000, postavení přístroje zvolíme „UUT“, nastavování a měření „Manuální“, připojení k "Hlavní sběrnice" a stiskneme klávesu „OK“. Stiskneme klávesu „Přidat“. Ze seznamu vybereme přístroj DAT1281, postavení přístroje zvolíme „UUT“, nastavování a měření „Manuální“, připojení k "Hlavní sběrnice" a stiskneme klávesu „OK“. Opět stiskneme klávesu „Přidat“, vybereme dekádu M602, postavení přístroje zvolíme „Zdroj“, nastavování a měření „Manuální“, připojení k "Hlavní sběrnice" a stiskneme klávesu „OK“. Pokud máme některý z přístrojů k dispozici, můžeme zvolit způsob komunikace po sběrnici.

- Aktivací další záložky „Funkce“ přejdeme k dalšímu kroku – Výběr funkcí. Nejprve odstraníme z výběru všechny funkce pomocí klávesy "<<". Pak v levém sloupci "Dostupné funkce" vybereme funkci RDC-2W a pomocí tlačítka ">" ji přeneseme jako jedinou kontrolovanou funkci do seznamu "Vybrané funkce".

- Aktivací další záložky „Rozsahy“ přejdeme k dalšímu kroku – Výběr rozsahů. Průvodce opět automaticky navrhne všechny rozsahy definované na kartě KE2000 a přiřadí jim typ rozsahu. Typy rozsahů jsou určeny na základě „Pravidel generování“ bodů. Odebereme rozsahy 1.2M $\Omega$ , 12M $\Omega$  a 120M $\Omega$ , protože ty nelze na zdroji nastavit.

- Aktivací další záložky „Hodnoty“ přejdeme k dalšímu kroku – Výběr hodnot. Na základě „Pravidel generování“ průvodce automaticky navrhne kontrolní body. Kontrolní body můžeme přidat, odebrat, případně upravit.

- Aktivací poslední záložky „Neshody“ přejdeme k dalšímu kroku – Neshody. Jsou zde zobrazeny hodnoty, které nelze na některém z přístrojů nastavit. Pokud není seznam prázdný, máme možnost se vrátit do záložky „Hodnoty“ a tyto body odebrat, případně změnit.

- Stiskem klávesy „OK“ vytvoříme kontrolní proceduru k testovanému přístroji.

- Nyní jsme opět v modulu procedura a všechna nastavení budeme provádět na úrovni celé procedury, tzn. ve Stavovém okně bude zvolena úroveň "Procedura".

- Přidáme přepínač do Schéma přístrojů. Klikneme pravým tlačítkem myši nad oknem Schéma přístrojů a z nabídky vybereme "Přidat přístroj". Zobrazí se panel Konfigurace přístroje, zvolíme přístroj z databáze "SW\_RESISTANCE", postavení přístroje "Přepínač", měření pomocí "Manuální", nastavování pomocí "Manuální", připojen k "Hlavní sběrnice". Potvrdíme "OK". Přístroj se objeví ve Schéma přístrojů. Přístroj můžeme tažením myši přesunout na libovolné místo ve schéma tak, aby schéma bylo přehledné.

- Nyní bude potřeba změnit Režim měření, aby se funkce přepínače projevila. Ve stavovém okně procedury klikneme pravým tlačítkem myši na název procedury, z nabídky vybereme položku "Režim měření". Zobrazí se panel Režim měření. Nejprve zajistíme, aby se měření na etalonu neprovádělo ve dvou krocích, ale v jednom. Klikneme pravým tlačítkem myši na úkon "Provést 2. polovinu měření" u etalonů a z nabídky vybereme "Odstranit". Klikneme pravým tlačítkem myši na úkon "Provést 1. polovinu měření" u etalonů, z nabídky vybereme "Upravit" a změníme úkon na "Provést měření". Nyní přidáme úkon pro přepnutí svorek mezi měření UUT a Etalonu. Nad seznamem úkonů klikneme pravým tlačítkem myši, z nabídky vybereme "Přidat úkon". Zobrazí se panel Úkon. V poli přístroje vybereme "Přepínače", v poli úkon vybereme "Provést Nastavení B", v poli podmínky vybereme "Žádná". Potvrdíme stiskem "OK". Úkon se ocitne na konci seznamu úkonů, přesuneme jej mezi úkony "Provést měření" na UUT a "Provést měření" na Etalonu. Nyní upravíme smyčky pro nestabilní měření, nebude to smyčka jedna ale dvě, individuálně pro UUT a Etalon, aby nebylo nutné při nestabilitě jednoho z měřidel neustále přepínat svorky. Klikneme pravým tlačítkem myši na úkon "Provést měření" u etalonu a z nabídky vybereme "Začátek měřicího cyklu". Znovu klikneme pravým tlačítkem a z nabídky vybereme "Konec měřicího cyklu". Klikneme pravým tlačítkem myši na úkon "Provést měření" na UUT a z nabídky vybereme "Začátek měřicího cyklu". Znovu klikneme pravým tlačítkem a z nabídky vybereme "Konec měřicího cyklu". Tím je režim nastaven. Potvrdíme tlačítkem "OK".

*Pozn.: Je vhodné připomenout, že program Caliber při použití "Přepínače" nebude zobrazovat okno Zapojení svorek. Pokud by bylo vhodné, aby se okno zobrazovalo, je nutné na panelu "Režim měření" zvolit z pole "Zapojení svorek" - povolit.*

- Na dolní liště Stavového okna procedury stiskneme tlačítko „Uložit“. Tím je procedura dokončena a je možno ji spustit pomocí tlačítka "Spustit kalibraci". Jelikož jsou všechny přístroje v manuálním režimu, není nutné přístroje při spuštění kalibrace mít a je možno kalibraci pouze "simulovat".

### 1.4.9. Vytvoření procedury převodníku výkonu

Jedná se o kontrolu převodníku jednofázového výkonu na stejnosměrný proud. Podobným způsobem lze provádět kontrolu libovolného převodníku. Pokud se provádí kontrola převodníku (převodník je UUT), jsou zapotřebí dva etalony. Jeden na vstupu převodníku (měření výkonu) a jeden na výstupu (měření stejnosměrného proudu). Hodnota na vstupu převodníku se z hlediska programu Caliber považuje za etalonovou hodnotu, hodnota na výstupu převodníku se považuje za hodnotu UUT. Vstupní hodnota převodníku je současně hlavní veličinou, tzn. její funkce, rozsah a hodnota je shodná s funkcí, rozsahem a hodnotou v protokolu. Hodnota na výstupu převodníku je v našem případě stejnosměrný proud, pro účely programu je ale zpětně konvertována na výkon. Přestože hodnota etalonového měřidla na výstupu převodníku je považována za hodnotu UUT, nejistota tohoto měřidla je započítána jako nejistota etalonu spolu s nejistotou etalonu na vstupu převodníku. Jako zdroj a současně etalon na vstupu převodníku použijeme kalibrátor M140. Jako etalon na výstupu převodníku použijeme multimetr Datron 1281. Na pozici převodníku je použit PK1000 (postup vytvoření je součástí tohoto návodu). Jedná se o zkrácenou demonstrační proceduru, sloužící pro pochopení vlastností programu.

- V programu „Caliber“ spustíme modul Procedura. Na dolní liště Stavového okna stiskneme tlačítko „Nový“. Spustí se průvodce vytváření procedur.

- Do okna „Název procedury“ zapíšeme PK1000x. Nyní vybereme přístroje, které se budou účastnit kalibrace. Stiskneme klávesu „Přidat“. Ze seznamu vybereme přístroj PK1000, postavení přístroje zvolíme „UUT & Převodník“, nastavování a měření „Manuální“, připojení k "Hlavní sběrnice" a stiskneme klávesu „OK“. Opět stiskneme klávesu „Přidat“, vybereme kalibrátor M140, postavení přístroje zvolíme „Etalon & Zdroj“, nastavování a měření „Manuální“ (případně GPIB nebo RS232 pokud vlastníme kalibrátor), připojení k "Hlavní sběrnice" a stiskneme klávesu „OK“. Další přístroje v této chvíli nepřidáváme.

- Aktivací další záložky „Funkce“ přejdeme ke kroku – Výběr funkcí. Průvodce automaticky navrhne funkce, které obsahuje „Karta přístroje“ PK1000 a které doposud nebyly v proceduře použity. V našem případě přístroj obsahuje jen jednu funkci P-AC, kterou ponecháme.

- Aktivací další záložky „Rozsahy“ přejdeme ke kroku – Výběr rozsahů. Průvodce opět automaticky vybere všechny rozsahy definované na kartě PK1000 a přiřadí jim typ rozsahu. V našem případě přístroj obsahuje jen jeden rozsah 2.6kW, který ponecháme. Protože převodník výkonu využívá více-parametrickou funkci (P-AC) je na kartě přístroje uveden pouze jeden rozsah. Počet rozsahů v proceduře všal může být větší. Musí však být splněna podmínka, aby žádný z rozsahů nepřekročil hranice základního rozsahu (v našem případě 0 až 2.6kW). Rozsahy nelze přidávat v průvodci, ale až při následné úpravě procedury.

- Aktivací další záložky „Hodnoty“ přejdeme ke kroku – Výběr hodnot. Průvodce žádné hodnoty nevytvorí. Pro víceparametrické funkce totiž neexistují „Pravidla generování“ a hodnoty je třeba vytvářet ručně. Přidáme jeden kontrolní bod po stisku tlačítka "Přidat" zadáme hodnotu výkonu 0.4kW a jednotlivé parametry: Voltage=200V, Current=2A, Frequency=50Hz, Phase=0°. Potvrdíme tlačítkem "OK".
- Neshody kalibračních bodů nelze pomocí průvodce zkontrolovat, protože nepodporuje více-parametrické funkce.
- Stiskem klávesy „OK“ ukončíme průvodce a přejdeme do modulu Procedura
- Nyní doplníme do „Schéma přístrojů“ etalonové měřidlo na výstup převodníku. Kliknutím pravého tlačítka myši kdekoliv v okně Schéma přístrojů se vyvolá nabídka, ze které vybereme "Přidat přístroj". Vyvolá se panel Konfigurace přístroje, vybereme přístroj "Dat1281", postavení přístroje "Etalon", měření pomocí, nastavování pomocí "Manuálně" (případně GPIB nebo RS232 pokud vlastníme multimetr), připojen k "PK1000". Potvrdíme tlačítkem "OK". Přístroj ve schéma přístrojů přemístíme tažením myši tak, aby schéma bylo přehledné.
- Nyní musíme pro každý kalibrační bod zadat nejistoty etalonového kalibračního zdroje M140, protože hodnoty nejsou na kartě přístroje uvedeny. Ve stavovém okně procedury navolíme úroveň hodnota a vybereme kalibrační bod, pro který chceme přesnost zadat. Kliknutím pravého tlačítka myši se vyvolá nabídka, ze které vybereme "Vyhodnocení". Vyvolá se panel „Vyhodnocení“, na kterém je možno měnit hodnoty a nejistoty UUT a Etalonu. Vybereme ze seznamu položku "Přesnost (Etalon) [W]" a stiskneme tlačítko "Upravit". Vyvolá se panel „Vzorec vyhodnocení“. Zde pomocí numerických kláves zadáme hodnotu "0.288W", což je přesnost kalibrátoru M140 na hodnotě 400W (při parametrech 200V, 2A, 50Hz, PF=1). Potvrdíme tlačítkem "OK" a vracíme se na panel "Vyhodnocení", opět stiskneme klávesu "OK" a vracíme se do modulu Procedura. Pokud by procedura obsahovala více kalibračních bodů, je potřeba toto nastavení provést pro všechny body kalibrace.
- Na dolní liště Stavového okna procedury stiskneme tlačítko „Uložit“. Tím je procedura dokončena a je možno ji spustit pomocí tlačítka "Spustit kalibraci". Přesto, že nemáme k dispozici ani jeden z použitých přístrojů, je možno proceduru vyzkoušet, pokud jsou všechny přístroje v manuálním režimu. Při běhu kalibrace se program Caliber dotazuje na hodnotu etalonového multimetru Datron 1281 a na hodnotě 400W se od něj očekává hodnota 0.00308A, kterou je potřeba zadat.

## 1.5. Praktické rady pro kalibraci

### 1.5.1. Zapojení měřicího obvodu

Při použití přesných multimetrů jako etalonových přístrojů, u kterých je přesnost vyšší než 0.005%, např. DATRON 1281, HP 3458 je zapotřebí respektovat správné způsoby připojení měřicího obvodu.

#### Uzemnění měřicího obvodu

Při propojení kalibrátoru a jednoho nebo více multimetrů vzniká vždy nebezpečí vzniku "zemních smyček". Tyto smyčky jsou tvořeny propojením měřicích svorek spolu s připojením napájecích přívodů do síťového rozvodu. Zemními smyčkami mohou téci značné proudy, obvykle střídavé a synchronní s první nebo druhou harmonickou síťového napájení. Prakticky se jejich existence projevuje nestabilitou údaje na displeji kontrolovaného měřidla. Tato nestabilita je zejména zřejmá při kontrole střídavých rozsahů při kmitočtech 50, 100, 200, 400 Hz, tedy při násobcích síťového kmitočtu. Při vyšších hodnotách kmitočtu měřicího signálu se již prakticky neuplatňuje. Nestabilita se projevuje jako poměrně pomalé a pravidelné kolísání amplitudy signálu. Kmitočet zázněje je určen rozdílem okamžitého síťového napájení a kmitočtu signálu kalibrátoru.

Potlačit účinky zemních smyček lze následujícími opatřeními:

- a) všechny zemní vývody spojit v jednom bodě, nejlépe na svorce Lo kalibrátoru (hvězdicové vedení zemních spojů), nekalibrovat s neuzemněným měřicím obvodem,
- b) síťové přívody kalibrátoru řídicího počítače a obou multimetrů zapojit do jedné napájecí lišty nebo zásuvky síťového rozvodu,
- c) jsou-li výše uvedená opatření málo účinná, lze do síťového přívodu kalibrátoru nebo multimetru zapojit nízkofrekvenční toroidní tlumivku (choke). Tlumivku lze vyrobit navinutím několika závitů síťové šňůry na permaloyové toroidní jádro o průměru 7 až 10 cm,
- d) konečně, je-li síťové rušení příliš veliké, je možné snížit jeho účinek provedením kalibrace na neharmonických násobcích síťového kmitočtu, např. 60, 120 Hz (platí jen pro kalibrace střídavých napětíových a proudových rozsahů).

### 1.5.2. Kalibrace napětíových rozsahů

Při kalibraci napětíových rozsahů je nejpraktičtější způsob připojení multimetrů přímo na výstupní svorky kalibrátoru. Zejména při kalibraci nízkých napětí, kdy je zapotřebí provádět porovnání s nejistotou řádu stovek nV až jednotek  $\mu\text{V}$ , je třeba použít k propojení měděné vodiče se zlacenými koncovkami, pájenými nízkotermální pájkou. Na vodiče ani na vstupní a výstupní svorky zbytečně nesaháme a nedopustíme lokální ohřev některé části měřicího obvodu (např. ventilátorem, topením apod.). Po připojení vyčkáme ustálení a vyrovnání termonepětí.

Při zvlášť přesných měřeních nízkých napětí je vhodnější připojit vstupní svorky etalonového multimetru na vstupní svorky testovaného multimetru. Tento způsob je velmi vhodný i tehdy, má-li kontrolovaný multimetr nižší vstupní odpor. Připojení etalonového multimetru až na vstupní svorky kontrolovaného multimetru je ekvivalentní čtyřsvorkovému připojení kalibrátoru.

Používáme-li při kalibraci rozsah 10, 100 mV kalibrátoru, je nutno uvážit, že výstupní odpor některých typů kalibrátorů se pohybuje v rozmezí 50 až 100  $\Omega$  a že jej nelze zatěžovat.

### 1.5.3. Kalibrace proudových rozsahů

#### *Kalibrace při malých střídavých proudech*

Při kalibracích nízkých proudových rozsahů je třeba si uvědomit, že každá kapacita připojená paralelně ke vstupním svorkám měřidla (a tedy i použitého kalibrátoru) tvoří střídavý bočník. Část kalibrovaného proudu generovaného kalibrátorem obtéká připojené měřidlo a protéká tímto bočníkem. Velikost tohoto chybového proudu je úměrná napětí na zátěži a závisí tedy na měřidle (jeho vstupní impedanci) a na měřícím kmitočtu. K připojení obou multimetrů a kalibrátoru je nejvhodnější použít volně položené kratší vodiče. Naprosto nevhodné je použití koaxiálních kabelů.

#### *Kalibrace při velkých proudech*

Při kalibraci na proudových rozsazích 1 a 10 A (100A u M-150S) je zapotřebí propojit kalibrátor a kalibrovaný multimetr dostatečně silnými kabely. Na všech spojích, kterými protéká výstupní proud, je vhodnější přitažení vodičů pod svorky tak, aby se snížil přechodový odpor.

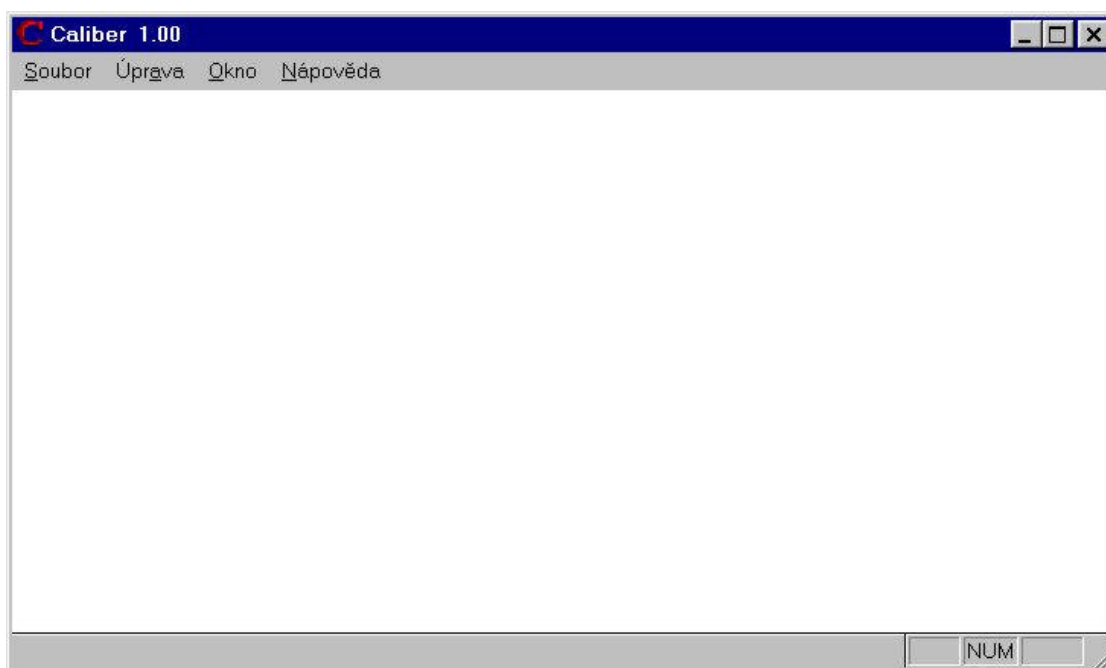
**P O Z O R !**

Většina přesných multimetrů má maximální vstupní proud 2 A. Připojení ke kalibrátoru s nastaveným výstupním proudem vyšším než 2 A může mít za následek poškození multimetru. Jedinou možností jak použít pro kalibraci etalonový multimetr je použití přesného a dostatečně výkonově dimenzovaného bočníku.

## 2. Podrobný popis programu

Program „Caliber“ je programovým systémem pro provádění automatizovaných kalibrací měřidel. Lze jej využívat samostatně, případně s programem WinQbase určeným, pro evidenci měřidel a jejich kalibrací. Do WinQbase se začlení nastavením názvu povelového a měřicího souboru na „Caliber“ – podrobněji viz návod WinQbase, kapitola „Skupiny měřidel“. V tomto návodu je popsáno chování programu při jeho samostatném využití, protože tak lze popsat všechny jeho vlastnosti. Při běhu programu pod systémem WinQbase, přebírá evidenční program některé jeho funkce.

Po spuštění programu se zobrazí základní obrazovka:



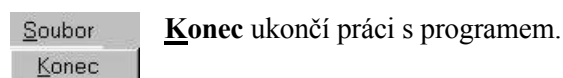
Obrazovka se skládá ze tří částí. Jsou to:

1. Horní nabídková lišta programu (obsahuje nabídky pro výběr modulů, editační funkce a nápovědu).
2. Pracovní plocha programu (zobrazuje aktivní okna programu - moduly).
3. Dolní informační řádek (zobrazuje informace o zvoleném objektu, činnosti programu a stavu klávesnice).

Požadovanou akci vyvoláme kliknutím (stisk levého tlačítka myši) na zvolený objekt. Ovládání programu je intuitivní s použitím zvyklostí běžných ve WINDOWS.

Na dolním informačním řádku program automaticky zobrazuje nápovědu pro zvolený objekt. U některých objektů se navíc zobrazí popis hned vedle ukazatele myši. Zobrazování nápovědy lze vypnout na nabídkové liště programu v nabídce „Nápověda“ (položka „Zobrazovat tipy“).

## Horní nabídková lišta



**Zpět** zruší naposled provedený úkon.

**Znovu** provede poslední zrušený úkon.

**Vyjmout** vyjme označený text a uloží do paměti.

**Kopírovat** zkopíruje označený text do paměti.

**Vložit** vloží text naposled uložený v paměti na místo kurzoru.

**Označit vše** označí celý text jako blok.

**Hledat...** umožňuje vyhledávání v zobrazeném textu.

**Zaměnit...** umožňuje automatickou záměnu v označeném textu.

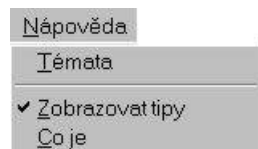


**Procedury** modul pro práci s kalibračními procedurami (kalibrace, úpravy a tvorba kalibračních procedur).

**Karty přístrojů** modul pro práci s definicemi přístrojů (vlastnosti přístrojů, jako jsou funkce, rozsahy, specifikace, způsob ovládní).

**Uživatelské funkce** pomocný modul pro práci s funkcemi (tvorba nových funkcí, úprava vlastností stávajících).

**Pravidla generování** pomocný modul pro definici pravidel používaných při sestavování kalibračních procedur programem.



**Témata** zobrazí obsah nápovědy programu Caliber.

**Zobrazovat tipy** zakazuje, povoluje zobrazování krátké nápovědy u tlačítek při pohybu kurzoru myši.

**Co je** zobrazí informace o programu.



## 2.1. Modul „Procedura“


Je určen pro provádění kalibrací na základě připravených kalibračních procedur (metodik). Kromě kalibrací umožňuje vytváření, úpravy a testování kalibračních procedur.

Kalibrační procedura stanovuje kontrolované funkce, rozsahy a body, přístroje použité pro kalibraci a způsob propojení přístrojů. Vlastnosti těchto přístrojů jako je způsob ovládání, specifikace, povolené rozsahy hodnot jsou určeny tzv. kartou přístroje.

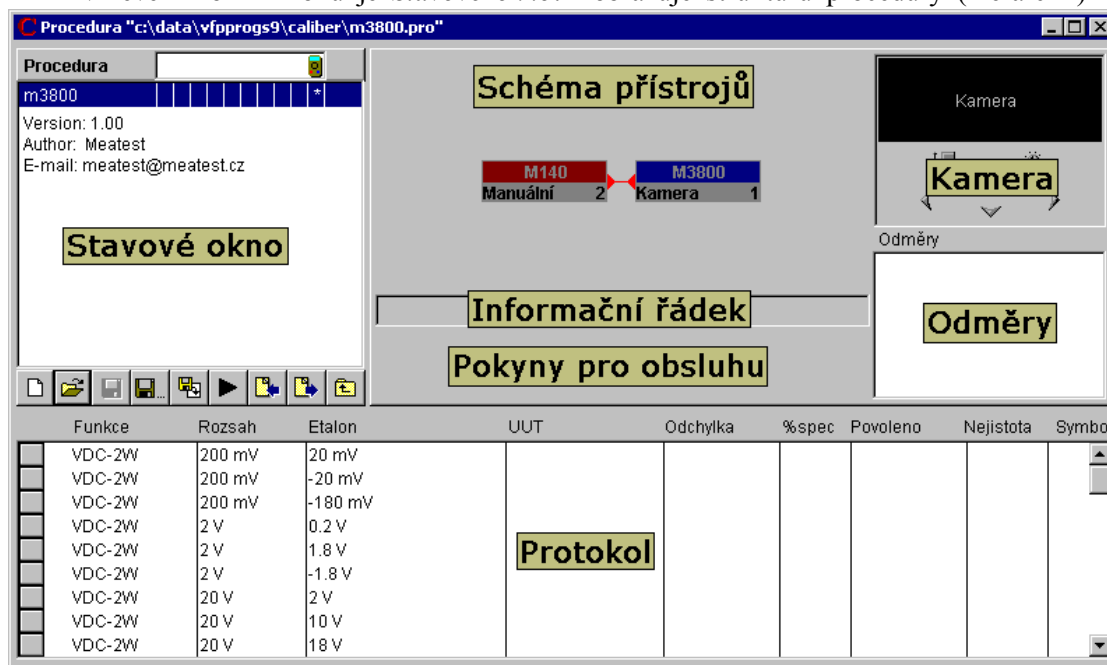
Modul „Procedura“ provádí veškeré řídicí úkony, vyhodnocení měření, výpočty nejistot, generuje protokol kalibrace. V průběhu měření kontrolovaného přístroje lze zadávat vyžádané informace, program zastavit, vynechat kontrolu funkcí, rozsahů nebo bodů, případně vložit místa, kde se vykonávání procedury zastaví. Je možné měnit pořadí kontrolovaných bodů, výpočet nejistot, počty odměřů, případně přístroje použité pro kalibraci.

Program se ovládá „myší“ nebo zadáním požadovaných hodnot z klávesnice. Stiskem klávesy „ESC“ se prováděná kalibrace zastaví.

### 2.1.1. Popis obrazovky modulu „Procedura“

Po spuštění modulu procedura a načtení metodiky M3800 (klávesou „Otevřít“ a  výběrem metodiky M3800, která je standardní součástí dodávky) se zobrazí následující panel:

V levém horním rohu je *Stavové okno*. Zobrazuje strukturu procedury (hierarchii) –





procedura -> funkce -> rozsahy -> kontrolní body. Uprostřed horní části panelu je zobrazeno *Schéma přístrojů* - přístroje použité při kalibraci a jejich konfigurace. V okně *Kamera* je zobrazeno běžící video z kamery (v případě použití kamerového snímání), ovládací klávesy pro posun obrazu, nastavení rozlišení (přiblížení) a nastavení vnějších podmínek (jas, kontrast apod.). Pod přístroji je *Informační řádek*, který popisuje právě prováděnou operaci při běhu kalibrace. Pod informačním řádkem jsou zobrazeny *Pokyny pro obsluhu* programu, případně vstupní okno pro zadání hodnot. V pravém okně *Odměry* jsou zobrazeny jednotlivé naměřené hodnoty. Ve spodní polovině obrazovky je zobrazen *Protokol* se všemi kontrolními body, který je v průběhu kalibrace postupně doplňován. Protokol zobrazuje kontrolní body v pořadí, v jakém budou prováděny.

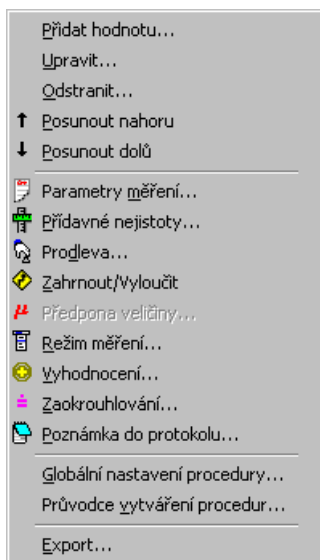
### Stavové okno

Hodnota									
m3800	*								*
VDC-2W									
200 mV		*							
20 mV								*	
-20 mV									
-180 mV									

Slouží pro zobrazení kontrolovaných funkcí, rozsahů nebo bodů kalibrovaného přístroje, podle toho, který stupeň hierarchie je zobrazen. Hierarchie okna je Procedura->Funkce->Rozsah->Hodnota, přičemž procedura je v hierarchii nejvýše a hodnota nejnižší. Poklepáním myši na název procedury (obvykle je dán názvem kontrolovaného přístroje) se zobrazení přepne na kontrolované funkce. Poklepáním na vybranou funkci se zobrazí rozsahy této funkce a dále lze přejít až k jednotlivým kontrolovaným bodům.

K pohybu zpět je určeno tlačítko se symbolem . Při přechodu na nižší úroveň hierarchické struktury je v okně vždy zobrazen i obsah nadřazené úrovně a obsah aktuální úrovně je pak oddělen vodorovnou čarou. Je-li tedy zvolena úroveň „Hodnota“, bude na prvním řádku „název procedury“, na druhém „název funkce“, na třetím „rozsah“, následovat bude oddělovač a všechny „hodnoty“, které náleží kalibrovanému rozsahu. Aktuální úroveň hierarchie je uvedena nadpisem v horní části okna. Vpravo od tohoto nadpisu je seznam ikon, které symbolizují individuální nastavení procedury. Těmto ikonám odpovídají jednotlivé sloupce stavového okna, ve kterých je symbolem „\*“ indikována pozice individuálního nastavení. Toto nastavení lze pravým kliknutím myši nad vybraným řádkem stavového okna změnit. Poslední ikona  symbolizuje schéma přístrojů a její nastavení nelze provést pomocí nabídky stavového okna, ale provádí se ve schéma přístrojů. Při zvolené úrovni stavového okna „Hodnota“ lze nejlépe vidět veškerá individuální nastavení platná pro daný kalibrační bod, včetně úrovně, kde je tato změna provedena. Pro každý kalibrační bod je platné vždy nastavení definované v nejnižší úrovni, je-li tedy nastavení definováno pro danou hodnotu, použije se a nadřazené nastavení se ignoruje. Jestliže nastavení není definováno pro bod a je definováno pro rozsah, použije se nastavení platné pro rozsah atd. Pokud je zvolena nejvyšší úroveň hierarchie, tedy procedura, je pod názvem procedury zobrazen její popis, který je možno měnit. Zde bývá uvedena verze, autor, email popř. další doplňující informace o proceduře.

Stiskem pravého tlačítka myši nad stavovým oknem se podle vybraného řádku zobrazí následující nabídka:



**Přidat hodnotu...** přidání další položky do kalibrační procedury. Položkou může být funkce, rozsah, případně hodnota. Záleží na tom jaká úroveň z hierarchie „funkce – rozsah – hodnota“ je právě zobrazena. Všechny přidané položky jsou současně zobrazeny v okně Protokol.

**Upravit...** umožňuje změnit vybranou položku (funkci, rozsah, hodnotu).

**Odstranit...** odstraní ze seznamu vybranou položku (funkci, rozsah, hodnotu).

**Posunout nahoru...** posune vybranou položku o pozici nahoru.

**Posunout dolů...** posune vybranou položku o pozici dolů.

**Parametry měření...** nastavuje koeficient rozšíření pro výpočet nejistot, počty odměrů a povolené čerpání specifikace pro vybranou položku (proceduru, funkci, rozsah, hodnotu). Individuální nastavení nejistot je indikováno symbolem.

Jednotlivé položky mají tento význam:



**Počet odměrů etalonu** kolik opakovaných odměrů je prováděno etalonovým měřidlem. V případě, že etalonem je zdroj signálu, je prováděno pouze jedno měření (ověření nastavení zdroje). Ze sady odměrů se stanovuje jedna ze složek nejistot (typ A).

**Počet odměrů UUT** kolik opakovaných odměrů je prováděno kalibrovaným měřidlem. V případě, že UUT je zdroj signálu, je prováděno pouze jedno měření (ověření nastavení zdroje). Ze sady odměrů se stanovuje jedna ze složek nejistot (typ A).


**Poznámka:** *10 opakovaných měření je doporučeno pro správné vyhodnocení kalibrační nejistoty typu A. Pouze v tomto případě je nejistota vypočtena přesně podle dokumentu EA-4/02.*


**Povolená chyba na [%]** jaké je povoleno čerpání specifikace u UUT. Pokud je např. nastaveno namísto implicitní hodnoty 100% pouze 70%, program


kontroluje, zdali je naměřená odchylka menší než 70% povolené specifikace.


**Koeficient rozšíření** koeficient rozšíření použitý pro výpočet standardní rozšířené kalibrační nejistoty. Implicitně nastavená hodnota je 2.0.

**Nastavit výchozí** ruší speciální nastavení parametrů měření. Parametry měření jsou vráceny podle implicitního nastavení (10 odměrů, 100 % specifikace,  $k_u = 2.0$ ).

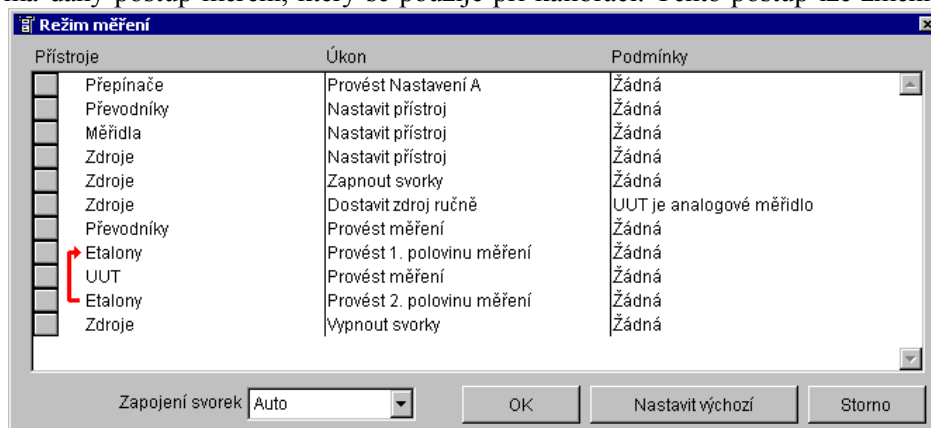
**Přidavné nejistoty...** nastavuje parametry výpočtu nejistot pro vybranou položku (funkci, rozsah, hodnotu). Individuální nastavení nejistot je indikováno  symbolem.

**Prodleva...** vloží do programu bod zastavení. Vložený bod je indikován symbolem . Při zadávání prodlevy obsluha vyplní textové hlášení (zprávu), nebo vybere soubor jež se má zobrazit. Soubor může být textový dokument (TXT), nebo obrázek (JPG, GIF, BMP, DIB). Stisknutím pravého tlačítka myši nad seznamem souborů se zobrazí nabídka pro přidání, odebrání popř. prohlédnutí souboru. Hlášení nebo soubor se zobrazí, pokud program narazí při vykonávání kalibrační procedury na bod (funkci, rozsah) označený jako „Prodleva“.

**Zahrnout/Vyloučit** umožňuje vynechání hodnoty (rozsahu, funkce). Vynechání je indikováno symbolem . Vynechaná položka nebude kalibrována a nebude zahrnuta do kalibračního protokolu. Vyloučením funkcí, případně rozsahů lze zkrátit obsáhlou kalibrační proceduru (provést např. kalibraci pouze jedné funkce).

**Předpona veličiny** umožňuje nastavit předponu (micro, mili, kilo apod.), která bude použita v protokolu. Předponu lze definovat pouze na úrovni rozsahu a platí pro celý rozsah. Změna implicitní předpony je indikována symbolem . Předpona se definuje pouze ve výjimečných případech neboť je automaticky stanovena programem dle velikosti rozsahu.

**Režim měření** je seznam úkonů, které program Caliber vykonává při běhu kalibrace. Program má daný postup měření, který se použije při kalibraci. Tento postup lze změnit pomocí tohoto



panelu. Režim měření umožňuje přidávat a odebírat úkony (Nastavení, Měření, Zapnutí svorek, Vypnutí svorek) pro jednotlivé kategorie přístrojů (Zdroje, Měřidla, Převodníky, Přepínače, UUT nebo Etalony) nebo pro konkrétní přístroj ze schéma přístrojů. Při úpravě režimu měření je vhodné pokud možno používat kategorie přístrojů a ne konkrétní typy přístrojů, aby v případě změny schéma přístrojů byl režim stále platný. Pořadí úkonů lze snadno měnit. Lze

navíc stanovit úsek úkonů, které se budou opakovat (maximálně 3x) v případě, že měření na některém z přístrojů v daném úseku bylo nestabilní. Toto je znázorněno červeným značením v levé části seznamu úkonů. Těchto úseků může být stanoveno i několik např. pro každý přístroj individuálně. Úkon se provede při běhu kalibrace jen tehdy, pokud ve „Schéma přístrojů“ se nějaký přístroj dané kategorie nachází, není-li např. ve Schéma přístrojů použit žádný převodník, nebude se žádný úkon na převodnících provádět a program to nebude hlásit jako chybu. Libovolný úkon lze „Přidat“, „Odebrat“ nebo „Upravit“ po stisku pravého tlačítka myši nad požadovanou sekci. Každý úkon obsahuje:

*Přístroj* – lze zvolit obecnou kategorii (etalon, UUT, zdroj...) nebo konkrétní přístroj, kterého se úkon bude týkat (M3800). Obecné kategorie jsou:

*Zdroje* - úkon provede na všech zdrojích.

*Měřidla* - úkon provede na všech měřidlech.

*UUT* - úkon provede na kontrolovaném přístroji (může být měřidlo, zdroj nebo převodník).

*Etalony* - úkon provede na všech etalonech (může být měřidlo i zdroj).

*Přepínače* - úkon provede na všech přepínačích.

*Převodníky* - úkon provede na všech převodnících.

*Úkon* – lze vybrat z následujících možností:

*Nastavit přístroj* – nastaví funkci, rozsah hodnotu a parametry přístroje (Není dostupné pro přepínač)

*Dostavit zdroj ručně* – pro dostavení analogového měřidla (Dostupné pouze pro zdroje)

*Zapnout svorky* – zapne svorky přístroje. (Dostupné pouze pro zdroje a převodníky)

*Vypnout svorky* – vypne svorky přístroje. (Dostupné pouze pro zdroje a převodníky)

*Provést měření* – provede sadu měření nebo jeden odměr v případě zdroje (Není dostupné pro přepínač)

*Provést 1. polovinu měření* – provede 1. polovinu ze sady odměrů. (Dostupné pouze pro měřidla)

*Provést 2. polovinu měření* – provede 2. polovinu ze sady odměrů. (Dostupné pouze pro měřidla)

*Provést Nastavení A* - provede Nastavení A. (Dostupné pouze pro přepínač)

*Provést Nastavení B* - provede Nastavení B. (Dostupné pouze pro přepínač)

*Provést Nastavení C* - provede Nastavení C. (Dostupné pouze pro přepínač)

*Provést Nastavení D* - provede Nastavení D. (Dostupné pouze pro přepínač)

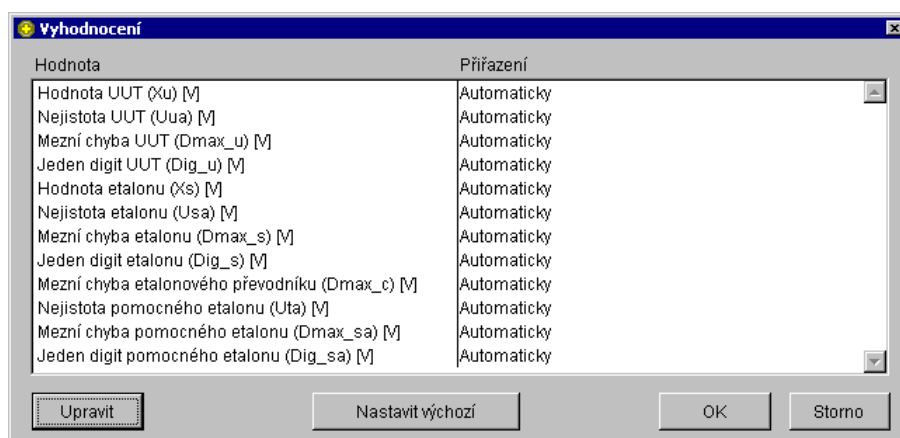
*Podmínky* – definuje podmínku, kdy se úkon bude provádět:

*Žádná* – úkon se provede vždy

*UUT je analogové měřidlo* – úkon se provede pokud UUT je analogovým měřidlem

*UUT není analogové měřidlo* – úkon se provede pokud UUT není analogovým měřidlem

**Vyhodnocení...** definuje měřené hodnoty a specifikace UUT, Etalonu a pomocného etalonu. Program automaticky přiřazuje hodnoty UUT a Etalonu, hodnoty pomocného etalonu jsou zpravidla nulové. Pouze v případě kontroly převodníku je automaticky dosazen jako pomocný etalon přístroj zařazený za převodník (UUT). Jako etalon slouží v tomto případě měřidlo nebo zdroj připojený ke vstupu převodníku. Je možno uživatelsky změnit libovolnou položku ze seznamu a tyto hodnoty budou součástí výpočtů nejistot případně poslouží jako hodnoty protokolu.



*Hodnota UUT ( $X_u$ )* – změřená hodnota UUT uvedená v protokolu

*Nejistota UUT ( $U_{ua}$ )* – nejistota vypočítaná ze sady měření

*Mezní chyba UUT ( $D_{max\_u}$ )* – mezní chyba UUT zjištěná z karty přístroje

*Jeden digit UUT ( $Dig\_u$ )* – velikost jednoho digitu zjištěná z karty přístroje

*Hodnota etalonu ( $X_s$ )* – změřená hodnota etalonu uvedená v protokolu

*Nejistota etalonu ( $U_{sa}$ )* – nejistota vypočítaná ze sady měření etalonu

*Mezní chyba etalonu ( $D_{max\_s}$ )* – mezní chyba etalonu zjištěná z karty přístroje

*Jeden digit etalonu ( $Dig\_s$ )* – velikost jednoho digitu etalonu zjištěná z karty přístroje

*Mezní chyba etalonového převodníku ( $D_{max\_c}$ )* – nejistota etalonu způsobená mezní chybou převodníku

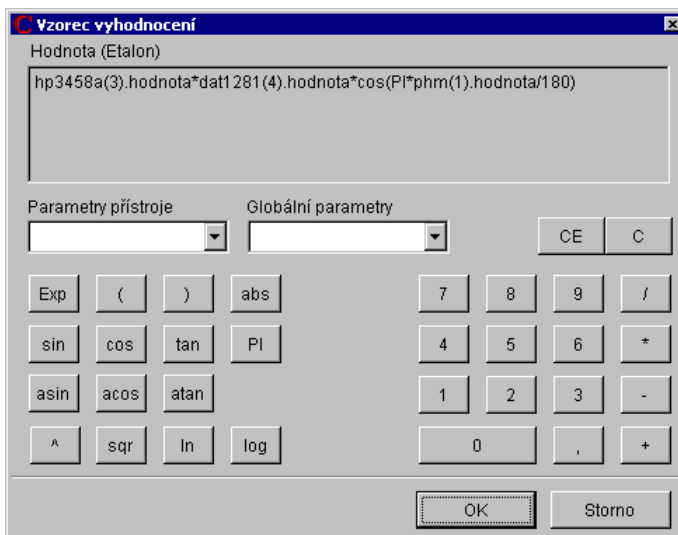
*Nejistota pomocného etalonu ( $U_{ta}$ )* – nejistota vypočítaná ze sady měření pomocného etalonu

*Mezní chyba pomocného etalonu ( $D_{max\_sa}$ )* – mezní chyba pomocného etalonu zjištěná z karty přístroje

*Jeden digit pomocného etalonu ( $Dig\_sa$ )* – velikost jednoho digitu pomocného etalonu zjištěná z karty přístroje.

Pokud se ponechá přiřazení „Automaticky“, program přiřadí hodnoty z měření a karet přístrojů tak jak se očekává. Je možno ovšem toto chování uživatelsky změnit pomocí následujícího panelu:

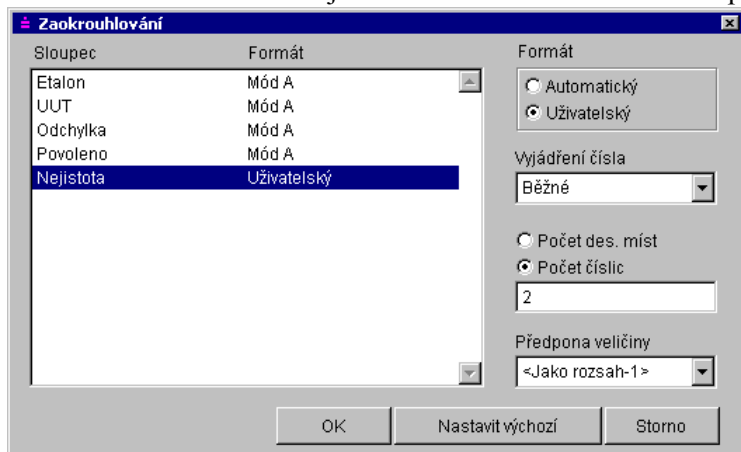
Na tomto panelu je možno definovat rovnici jak vypočítat požadovanou hodnotu. Lze přidávat běžné matematické funkce (sin, cos, log), číselné hodnoty (0...9), matematické operátory (+-\*/), parametry přístroje (např. změřenou hodnotu, nejistotu, přesnost) anebo globální parametry (pokud pro danou úroveň v dané funkci existují nějaké parametry, např. kmitočet). Je možno všechny tyto



položky spolu kombinovat a vytvářet složitější rovnice. Na obrázku je příklad výpočtu hodnoty etalonu. Jedná se o použití tří etalonových přístrojů (HP3458 jako voltmetr, DAT1281 jako ampérmetr, PHM jako měřič fáze) pro výpočet výsledného výkonu  $P=U*I*\cos(\varnothing)$ .

*Pozn. Je potřeba mít na mysli, že parametry přístroje jsou v jednotkách jednotlivých přístrojů, ale výsledná hodnota musí být vždy v jednotkách globálních tedy platných pro UUT. Goniometrické funkce počítají úhel vždy v radiánech, jestliže je použit parametr ve stupních je třeba provádět přepočet.*

**Zaokrouhlování...** umožňuje změnit metodu zaokrouhlování pro jednotlivé sloupce protokolu.



Sloupec lze vybrat v seznamu sloupců, kde je i uvedena použitá metoda zaokrouhlování. Existují tři automatické formáty:

-Mód A

*UUT* – podle počtu digitů UUT nebo podle nejistoty (kratší vyjádření), jednotka jako rozsah



*Etalon* – podle počtu digitů UUT nebo podle nejistoty (kratší vyjádření), jednotka jako rozsah

*Povoleno* – podle nejistoty, jednotka o řád menší než rozsah

*Odchylka* – podle nejistoty, jednotka o řád menší než rozsah

*Nejistota* – dvě platné číslice, jednotka o řád menší než má rozsah

#### -Mód B

*UUT* – podle počtu digitů UUT, jednotka jako rozsah

*Etalon* – podle počtu digitů etalonu, jednotka jako rozsah

*Povoleno* – dvě platné číslice, jednotka jako rozsah

*Odchylka* – dvě platné číslice, jednotka jako rozsah

*Nejistota* – dvě platné číslice, exponenciální vyjádření, jednotka jako rozsah

#### -Mód C

*UUT* – podle počtu digitů UUT, jednotka jako rozsah

*Etalon* – podle počtu digitů UUT, jednotka jako rozsah

*Povoleno* – podle nejistoty, jednotka o řád menší než rozsah

*Odchylka* – podle nejistoty, jednotka o řád menší než rozsah

*Nejistota* – dvě platné číslice, jednotka o řád menší než má rozsah

Pokud se pro vybraný sloupec zvolí režim „Uživatelský“ zobrazí se následující možnosti:

*Vyjádření čísla* – určuje typ zobrazení – Běžné (120.5) nebo Exponenciální (1.205e+2)

*Počet des. míst* – počet číslic za desetinnou tečkou

*Počet číslic* – celkový počet platných číslic, před i za desetinnou tečkou (nejistota je většinou vyjádřena na 2 platná místa)

*Předpona veličiny* – lze zvolit konkrétní předponu (mili, micro, kilo) nebo předponu relativně k předponě použité u rozsahu. Je-li použita u rozsahu předpona „mili“ a je zvolena položka „<Jako rozsah-1>“, bude použita předpona „micro“, při zvolení položky „<Jako rozsah-2>“, bude použita předpona „nano“.

Atto – 1e-15

Femto – 1e-12

Piko – 1e-9

Nano – 1e-6

Micro – 1e-3

Žádný – 1e+0

Kilo – 1e+3

Mega – 1e+6

Giga – 1e+9

Tera – 1e+12

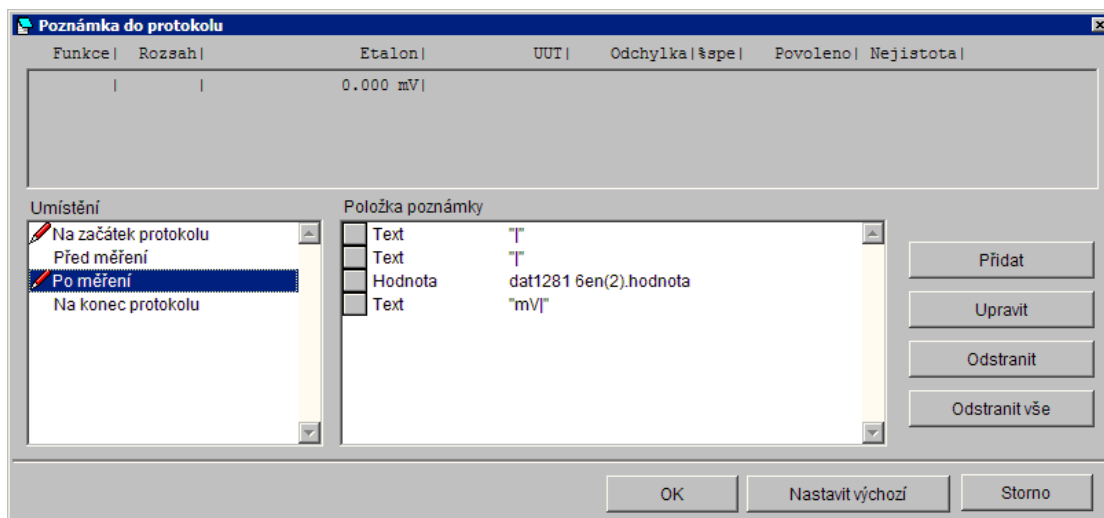
<Jako rozsah-3> - rozsah \* 1e-9

<Jako rozsah-2> - rozsah \* 1e-6

<Jako rozsah-1> - rozsah \* 1e-3

<Jako rozsah> - rozsah

**Poznámka do protokolu...** umožňuje zapisovat do výstupního protokolu dodatečné informace. Poznámka může být složena z více položek, může mít velikost jednoho nebo několika řádků. Na jednom panelu lze definovat až čtyři samostatné poznámky rozdělené podle umístění v protokolu. Při vytváření poznámky se nejprve určí její umístění a pak se následně přidávají její položky. Položky lze následně upravovat a měnit jejich pořadí. Výsledek je vidět v okně v horní části panelu. Nad tímto oknem jako nadpis slouží nadpisy jednotlivých sloupců výstupního protokolu. Lze tak lépe formátovat jednotlivé položky.



**Umístění** – určuje kam bude celá poznámka umístěna v rámci výstupního protokolu. Pokud je poznámka vyplněna, je před názvem umístění zobrazena ikona. Pokud je poznámka umístěna na začátek nebo konec protokolu, vyplní se při běhu kalibrace pouze jednou. Pokud je poznámka umístěna před nebo po měření, vyplní se poznámka ke každému kalibračnímu bodu. Možnosti jsou:

*Na začátek protokolu* – poznámka bude umístěna na úplný začátek protokolu

*Před měření* – poznámka bude umístěna před kalibračním bodem

*Za měření* – poznámka bude umístěna za kalibračním bodem

*Na konec protokolu* – poznámka bude umístěna na úplný konec protokolu

**Položka poznámky** – seznam všech zadaných položek pro dané umístění. Pořadí položek lze měnit "tažením" myši. Položky lze přidávat, upravovat a mazat. Vybráním některé z položek se automaticky zvýrazní i výsledná podoba položky v horním okně.

*Přidat* – vloží novou položku do poznámky

*Upravit* – upraví vybranou položku poznámky

*Odstranit* – odstraní vybranou položku z poznámky

*Odstranit vše* – smaže všechny položky poznámky pro dané umístění

**Položka poznámky...** je panel sloužící pro vytváření a úpravu položek poznámky

*Typ položky* – základní prvek, ze kterých lze složit poznámku:

*Text* – pevný text vložený do protokolu

*Dotaz* – zobrazí při běhu kalibrace dotaz a odpověď na dotaz je vložena do protokolu

*Datum* – vloží do protokolu aktuální datum z počítače

*Čas* – vloží do protokolu aktuální čas z počítače

*Hodnota* – vloží do protokolu hodnotu některého z přístrojů

*Nový řádek* – zajistí v protokolu přechod na nový řádek

*Text* – u položky typu "Text" určuje text, který se zapíše do protokolu, u položky typu "Dotaz" určuje text (výzvu), který se zobrazí při běhu kalibrace.

*Přístroj* – "Přístroj" spolu s "Parametrem" určuje numerickou hodnotu, která se zapíše do protokolu. Toto pole je přístupné pouze u typu položky "Hodnota". Seznam přístrojů je dán aktivním schéma přístrojů v proceduře.

*Parametr* – je typ parametru přístroje, který se zapíše do protokolu jako numerická hodnota. Způsob zobrazení parametru je možno změnit pomocí tlačítka "Formát". Existují následující možnosti parametrů:

*Hodnota* – je průměrná hodnota všech odměřů, které se na přístroji provedly během kalibračního bodu

*Nejistota* – nejistota vypočtená ze sady odměřů

*Mezní chyba* – mezní povolená chyba zjištěná z karty přístroje

*Jeden digit* – hodnota jednoho digitu zjištěná z karty přístroje

*Odměr1-20* – jednotlivý odměř zvoleného přístroje, provedený během kalibračního bodu.

*Délka* – délka zdrojového řetězce, která bude vložena do poznámky. Pokud bude zdrojový řetězec kratší, bude doplněn mezerami, pokud bude delší, bude zkrácen.

*Od* – vybere část zdrojového řetězce. "Od" značí počáteční pozici (1 - první znak)

*Do* – vybere část zdrojového řetězce. "Do" značí koncovou pozici (1 - první znak)

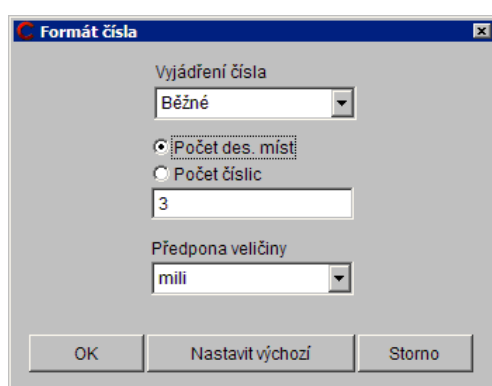
*Zarovnání* – určuje, jak bude zdrojový řetězec zarovnán do celkové délky:

*Doleva* – zarovnání doleva, mezery budou vpravo od řetězce

*Doprava* – zarovnání doprava, mezery budou nalevo od řetězce

*Doprostřed* – zarovnání doprostřed, mezery budou nalevo i napravo od řetězce

*Formát* – tlačítko je dostupné pouze u typu položky "Hodnota" a určuje způsob zobrazení numerické hodnoty zapsané do protokolu.



*Vyjádření čísla* – určuje typ zobrazení

*Běžné* – běžné vyjádření bez exponentu (př. 120.5)

*Exponenciální* – vyjádření pomocí exponentu (př. 1.205e+2)

*Počet des. míst* – počet číslic za desetinnou tečkou

*Počet číslic* – celkový počet číslic, před i za desetinnou tečkou

*Předpona veličiny* – lze zvolit konkrétní předponu (mili, micro, kilo) na kterou bude číslo přepočítáno (*Atto* – 1e-15, *Femto* – 1e-12, *Pico* – 1e-9, *Nano* – 1e-6, *Micro* – 1e-3, *Žádný* – 1e+0, *Kilo* – 1e+3, *Mega* – 1e+6, *Giga* – 1e+9, *Tera* – 1e+12)

**Globální nastavení...** platí pro celou kalibrační proceduru. V rámci globálního nastavení lze stanovit chování programu při provedení hrubé chyby („hrubá chyba“ – hodnota naměřená se překračuje povolenou chybu více než pětkrát) a při chybě komunikace („chyba komunikace“ – přístroj nekomunikuje s počítačem po sběrnici). Pokud jsou příslušná políčka zatržena, kalibrace se při těchto událostech přeruší a je vyžadován zásah obsluhy. V opačném případě kalibrace pokračuje dalším kontrolním bodem. Implicitní nastavení je zastavení kalibrace při výskytu jakékoliv chyby. Součástí globálních nastavení je dále znak, kterým se na konci každého řádku protokolu charakterizuje výsledek kontroly. Pokud je bod v pořádku, запиše se „ok“. Pokud je naměřená chyba v pásmu, ve kterém kvůli nejistotě nelze jednoznačně rozhodnout, zdali je bod v pořádku nebo ne (chyba povolená - nejistota < |chyba naměřená| <

chyba povolená + nejistota), zapíše se znak určený polem „Nevyhověl v pásmu“. Pokud je bod mimo stanovené specifikace ( $|chyba\ naměřená| > chyba\ povolená + nejistota$ ), zapíše se znak určený polem „Nevyhověl“. V případě, že nechceme toto vyhodnocení provádět, zvolíme znak pro nevyhověl „žádný“.

**Průvodce vytváření procedur...** umožňuje přidání kontrolované funkce do kalibrační procedury. Průvodce je k dispozici pouze na úrovni „Procedura“, případně „Funkce“. Podrobný popis průvodce je v kapitole „Vytvoření nové procedury“. Uživatel může s jeho pomocí přidat do existující procedury další kontrolované funkce, přičemž průvodce automaticky vygeneruje kontrolované rozsahy a hodnoty. Průvodce umožňuje pouze přidat další kontrolované funkce. Není možné jej použít pro editaci stávajících funkcí, které kalibrační procedura již obsahuje. Funkce, které jsou v proceduře obsaženy, nikterak neovlivňuje. Funkce přidané průvodcem se řadí vždy na konec kalibrační procedury.

**Export...** provede export struktury kalibrační procedury do textového souboru. Soubor obsahuje funkci, rozsah, hodnotu a použité etalony pro každý kalibrační bod.

Na dolní liště „Stavového okna“ jsou umístěny ovládací klávesy:

**Nový** – spustí průvodce pro tvorbu nové kalibrační procedury. Podrobněji viz. dále.



**Otevřít** – načte již vytvořenou kalibrační proceduru. V souborovém režimu má procedura příponu “.pro”. V souborovém režimu je možno otevřít i „Zákaznické kalibrační procedury“ s příponou “.prb”. Jsou to procedury dodávané výhradně společností Meatest a umožňují provádět a ukládat výsledky kalibrací i bez registrace programu. Součástí těchto procedur jsou i Karty přístrojů a Uživatelské funkce, které se ovšem nezařazují mezi stávající a jsou vedeny pouze s procedurou, tyto procedury lze editovat jen v omezeném rozsahu, Karty přístrojů těchto procedur editovat nelze. Po otevření „Zákaznické kalibrační procedury“ se program Caliber přepne do zvláštního režimu “Prováděcí mód”. V případě importu „Zákaznické procedury“ se provede běžný import a zařazení Karet přístrojů a Uživatelských funkcí, ale „Prováděcí mód“ se nenavolí a bez registrace programu není možno výsledky kalibrací ukládat.



**Uložit** – zapíše upravovanou kalibrační proceduru.



**Uložit jako** – zapíše kalibrační proceduru pod novým názvem.



**Aktualizovat přístroje** – obnoví karty přístrojů používané v otevřené kalibrační proceduře. Otevřená kalibrační procedura má totiž v paměti počítače uloženy také karty přístrojů, které používá. Pokud cokoliv na kartě přístroje změněme (v modulu „Karty přístrojů“) je třeba provést aktualizaci přístrojů v kalibrační proceduře. Tato aktualizace je možná stiskem popisované klávesy nebo novým načtením celé kalibrační procedury.



**Spustit kalibraci** – zahájí provádění kalibrační procedury. Proceduru lze spustit z libovolného místa, případně v libovolném místě pokračovat.

**Import** – importuje kalibrační proceduru vytvořenou pomocí tlačítka „Export“. Kalibrační procedura je ve formátu „pre“, který obsahuje také definice použitých přístrojů (karty přístrojů)



a definice použitých funkcí (uživatelské funkce). Formát je vhodný pro přenos dat mezi uživateli.

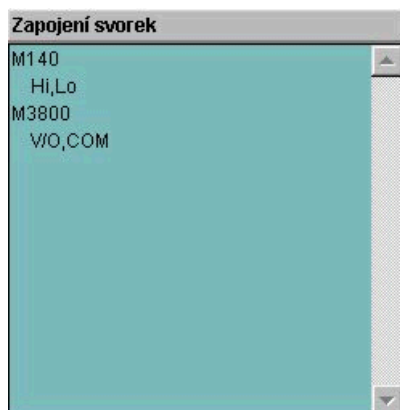


**Export** – exportuje kalibrační proceduru ve formátu „pre“, který obsahuje také definice použitých přístrojů (karty přístrojů) a definice použitých funkcí (uživatelské funkce). Formát je vhodný pro přenos dat mezi uživateli.



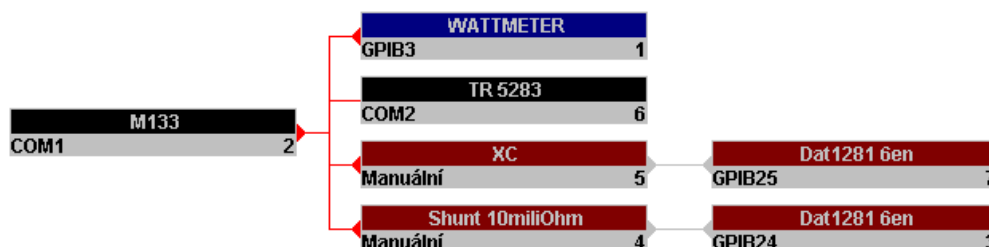
**Nahoru** – používá se pro posun o jednu úroveň v hierarchii kalibrační procedura – funkce – rozsah – bod. Vnořování (posun o úroveň dolů) se provádí poklepnutím myši na vybranou položku.

### Okno Zapojení svorek



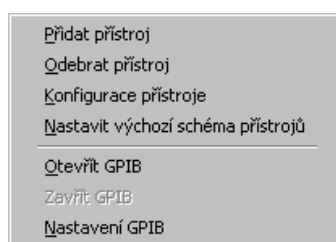
Při běhu kalibrace je okno „Stavové okno“ nahrazeno oknem „Zapojení svorek“. Jsou zde popsány použité přípojovací svorky pro všechny aktivní přístroje. Vždy když dojde při kalibraci ke změně v zapojení svorek, objeví se textový popis nového zapojení, vykonávání programu se zastaví a obsluha je upozorněna na nutnost přepojení svorek.

### Okno Schéma přístrojů



Slouží pro zobrazení přístrojů použitých pro kalibraci, jejich stavu a způsobu ovládání. U každého přístroje je uveden jeho název (daný kartou přístroje), způsob ovládání (GPIB, COM, VISA, Manuální, Kamera), jeho index pro snadnou identifikaci a grafické znázornění vzájemného signálového propojení přístrojů.

Stiskem pravého tlačítka myši nad přístrojem lze vyvolat následující nabídku:

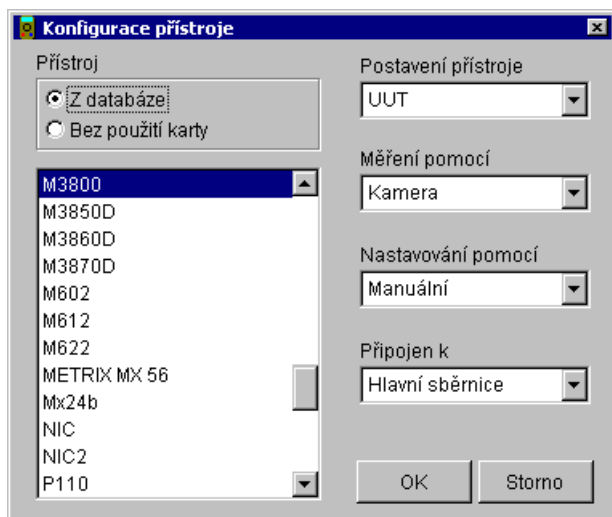


**Přidat přístroj** přidá další přístroj, účastníci se kalibrace. Operaci lze provést na úrovni procedury, funkce, rozsahu nebo bodu. Požadovanou úroveň je třeba předem nastavit ve „Stavovém okně“. Nový přístroj je platný pouze pro úroveň, na které byl přidán. Lze tak udělat zcela individuální konfiguraci přístrojů např. pro jeden kontrolní bod. Názvy přístrojů napsané

tučným písmem jsou platné pro právě aktivní úroveň. Názvy přístrojů napsané tenkým písmem jsou definované na úrovni vyšší.

**Odebrat přístroj** odstraní přístroj účastníci se kalibrace. Operaci lze opět provést na úrovni procedury, funkce, rozsahu nebo bodu a je platná pouze pro tuto úroveň. Např. odebrání přístroje na úrovni rozsahu nijak neovlivní ostatní rozsahy a funkce. Odebrání všech přístrojů na dané úrovni způsobí, že jsou implicitně nastaveny podle vyšší úrovně.

**Konfigurace přístroje** vyvolá nabídku, umožňující změnit přístroj, jeho funkci a způsob ovládání:



**Přístroj** lze zvolit z databáze přístrojů (existuje k nim „Karta přístroje“). Kontrolovaný přístroj (UUT) je možné použít i bez karty přístroje. Před názvem přístroje, který nemá kartu, je znak „\*“. Pro tyto přístroje je povoleno pouze manuální ovládání.

**Postavení přístroje** popisuje funkci přístroje. Základní funkce přístroje jsou UUT (měřený přístroj), Zdroj, Etalon, Převodník a Přepínač. Funkci zdroje lze přiřadit navíc funkci etalonu nebo

měřeného přístroje. U každého přístroje lze zvolit odlišný způsob měření (načítání hodnot) a nastavování (ovládání přístroje). Existuje pět způsobů **měření** – pomocí RS232, GPIB, VISA, Kamerou a Manuální a čtyři způsoby **nastavování** – pomocí RS232, GPIB, VISA a Manuální. Ve většině případů je zvolen stejný způsob měření a nastavování. Výjimku tvoří měření pomocí kamery, kde je obvyklé manuální nastavování.

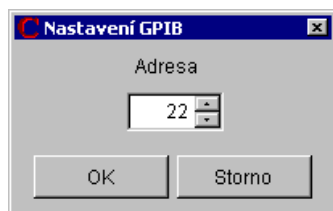
**Připojen k** - určuje sběrnici nebo další přístroj, ke kterému je aktuální přístroj připojen. *Žádný* - přístroj není připojen k žádnému přístroji ani k hlavní sběrnici. *Hlavní sběrnice* - přístroj je připojen k hlavní signálové sběrnici - funkce a parametry budou stejné jako u kontrolovaného přístroje (UUT). *<Jméno převodníku>* - přístroj je připojen k převodníku, funkce a parametry jsou převodníkem transformovány.

**Nastavit výchozí schéma přístrojů** – zruší individuální schéma přístrojů v dané úrovni a nastaví tedy schéma podle nadřazené definice.

**Otevřít** provede otevření přístroje vykonáním makra „Otevřít“. Položka je určená především pro otevírání kamery nebo pro ladicí účely. Při kalibraci se provádí otevření a zavření přístrojů automaticky.

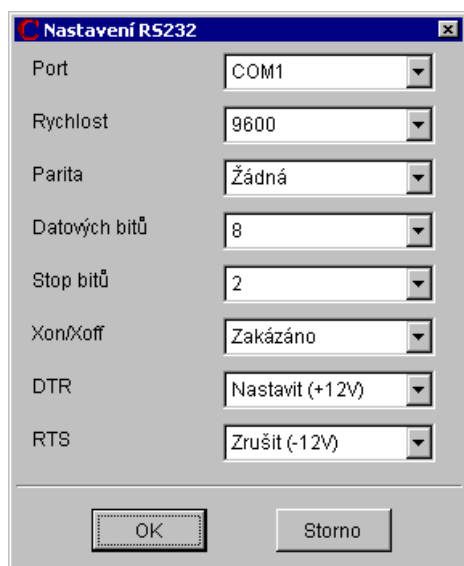
**Zavřít** provede uzavření přístroje vykonáním makra „Zavřít“. Položka je určená především pro ladicí účely. Při kalibraci se provádí otevření a zavření přístrojů automaticky.

**Setup** položka je aktivní pouze pro automatizované způsoby ovládání (RS232, GPIB, VISA a Kamera). Definiuje parametry nastavení jednotlivých rozhraní. V závislosti na způsobu ovládání má následující panely:

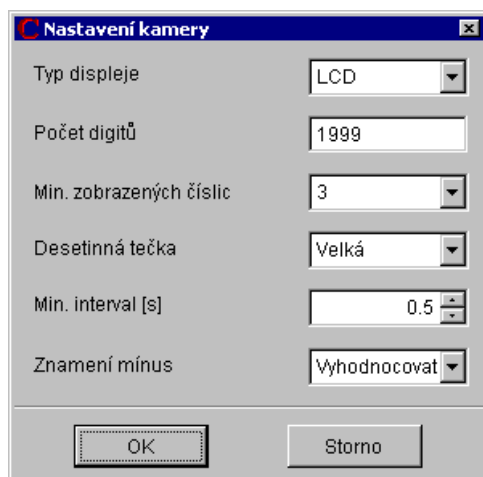


Přístroj je ovládán po sběrnici **GPIB**. Pro tuto možnost je třeba mít počítač vybaven kartou GPIB. U ovládání GPIB je možné nastavit adresu připojeného přístroje. Povolný rozsah adres je 1 až 30. Adresa „0“ je vyhrazena pro počítač.





Přístroj je ovládán po sběrnici **RS232**. Pro tuto možnost je třeba mít počítač s neobsazeným portem RS232. U ovládání RS232 je možné nastavit číslo Com portu, rychlost komunikace, paritu, počet datových bitů, počet stop bitů, programové řízení komunikace (Xon/Xoff) a statický stav signálů DTR a RTS. Možnost statického nastavení těchto signálů je nezbytná pro umožnění komunikace s některými jednoduššími přístroji, které výše zmíněné signály používají pro napájení interfejsu.



Naměřené hodnoty jsou z přístroje odečítány pomocí digitální **kamery**. Pro tuto možnost je třeba mít modul kamerového snímání Cam-Ocr. Přístroj nelze tímto způsobem ovládat. U čtení odměřů kamerou je třeba nastavit tyto parametry:

**Typ displeje** – LCD (tmavé znaky na světlém pozadí) nebo LED (světlé znaky na tmavém pozadí)

**Počet digitů** – nejvyšší zobrazitelné číslo na displeji přístroje (desetinná tečka se neuvažuje)

**Min. zobrazených číslic** – minimální počet číslic, který může být na displeji zobrazen

**Desetinná tečka** – „Žádná“ (přístroj nevyužívá desetinnou tečku), „Malá“ (velikost desetinné tečky je zhruba polovina šířky segmentu), „Malá oddělená“ (malá tečka vzdálená od segmentu více než polovina šířky segmentu), „Velká“ (velikost desetinné tečky je zhruba stejná jako šířka segmentu), „Velká oddělená“ (velká tečka vzdálená od segmentu více než šířka segmentu), „Automaticky“ (program desetinnou tečku nevyhodnocuje z displeje, ale dosadí ji podle očekávané hodnoty automaticky – vhodné pro špatně čitelné displeje).

**Min. interval mezi odměry** – doba v sekundách, po jejímž uplynutí přístroj zobrazí novou hodnotu. S tímto intervalem, který může být prodloužený o dobu vyhodnocení obrazu (pokud rychlost počítače není dostatečná), kamera snímá jednotlivé odměry.

**Znamení mínus** – zvolí se způsob vyhodnocování znaménka, „Vyhodnocovat“ – program se snaží znaménko odečíst z displeje, „Automaticky“ – program znaménko

nevyhodnocuje z displeje, ale dosadí jej podle očekávané hodnoty – vhodné pro displeje se špatně čitelným znaménkem např. z důvodu přidavných symbolů okolo znaménka.

### Okno Kamera

Zobrazuje běžící video z připojené kamery při otevření přístroje, u kterého je navoleno čtení odměrů pomocí kamery. Umožňuje po otevření kamery nastavovat její parametry.

*Rozlišení* – umožňuje nastavit rozlišení kamery

*Nastavení* – umožňuje nastavit jas, kontrast a další parametry, které kamera podporuje

*Posuv vlevo* – posouvá okem kamery směrem doleva

*Posuv vpravo* – posouvá okem kamery směrem doprava

*Posuv nahoru* – posouvá okem kamery směrem nahoru

*Posuv dolů* – posouvá okem kamery směrem dolů

### Okno Odměry

Slouží pro zobrazení jednotlivých odměrů z aktivních přístrojů. Zatímco protokol obsahuje střední hodnoty vypočtené ze sady měření, v okně Odměry jsou zobrazena jednotlivá měření.

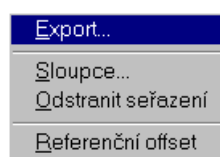
### Okno Protokol

Zobrazuje všechny kontrolované body a naměřené hodnoty. Při kalibraci je postupně vyplňováno naměřenými a vypočtenými hodnotami.

Je možné měnit pořadí provádění jednotlivých bodů. Tyto změny nemají žádný vliv na tvar výsledného protokolu, který je vždy uspořádán podle funkcí, rozsahů a hodnot jak jsou zadány ve stavovém okně. Chceme-li změnit pořadí při kontrole bodů, zaměříme ukazovátko myši na políčko pro posun, umístěné nalevo na každém řádku v okně protokolu. Stiskneme levé tlačítko myši, držíme je stisknuté a posunem myši nahoru nebo dolů přemístíme zvolený bod. Vhodné přeskupení kontrolních bodů usnadňuje vlastní kalibraci, protože může snížit počet přepojování výstupních svorek na minimum.

Při úpravách procedury lze spustit kontrolu z libovolného místa. Program automaticky ohlídá správné propojení výstupních svorek a správné nastavení přístrojů.

Při stisku pravého tlačítka myši nad protokolem se zobrazí následující nabídka :



**Export...** exportuje řádky protokolu, které již byly kontrolovány do textového souboru. Tvar výstupního souboru je dán výběrem a řazením sloupců.

**Sloupce...** umožňuje vybrat a seřadit jen potřebné sloupce protokolu při jeho exportu.

**Odstranit seřazení** seřadí řádky protokolu podle stavového okna procedury. Běh kalibrace bude probíhat ve stejném pořadí, v jakém jsou body definovány.

**Referenční nula** přidává vybranému bodu zvláštní význam. Při kontrole takto označeného kalibračního bodu, se zjištěná odchylka kontrolovaného přístroje zapamatuje a v následujících kalibračních bodech automaticky odečítá od tohoto přístroje. Tato odchylka se neprojeví u etalonové hodnoty ani u hodnoty kontrolovaného přístroje v protokolu, ale projeví se v odchylce a následných výpočtech. Slouží např. pro kontrolu odporových dekád, kdy je potřeba odečítat hodnotu nulového odporu. V protokolu je bod označen symbolem .

### 2.1.2. Úpravy kalibrační procedury

Novou proceduru, vytvořenou pomocí průvodce je možné přímo používat, případně provádět úpravy.

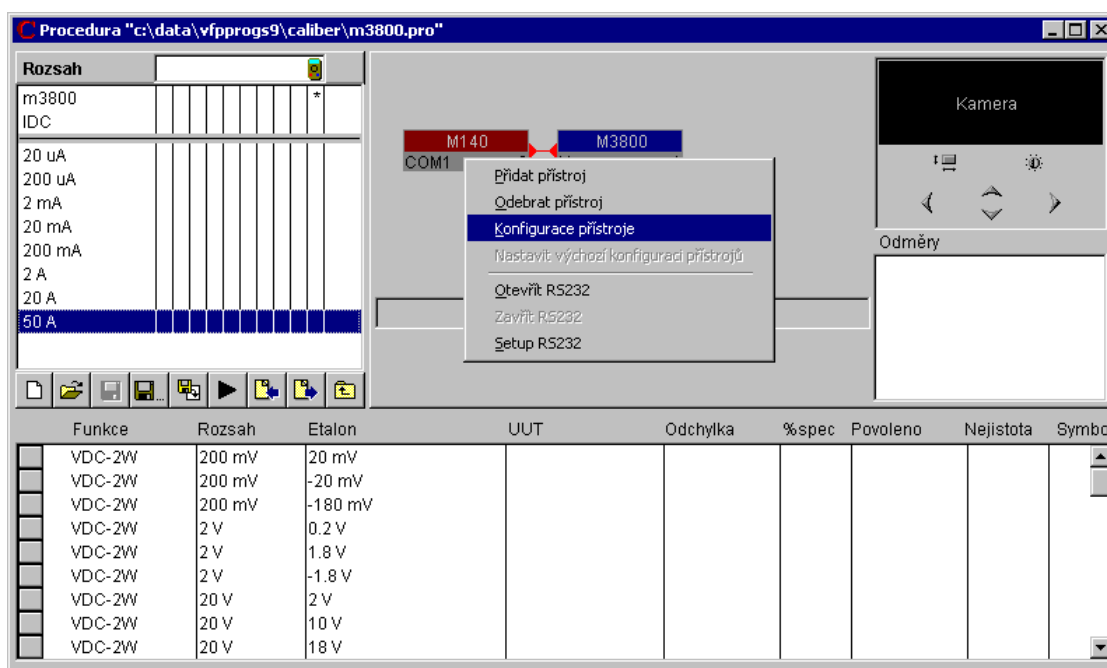
Struktura kalibrační procedury, znázorněná ve stavovém okně na levé straně má následující úrovně : “Procedura - Funkce – Rozsah – Kalibrační bod”. Na všech těchto úrovních je možné upravovat, přidávat a ubírat jednotlivé položky. Nabídka úprav se objeví po stisku pravého tlačítka myši nad zvolenou položkou.

Je možné změnit jednotlivé přístroje použité pro kalibrace. Průvodce vytváření procedur umožňuje totiž definovat pouze jednu sestavu přístrojů, která je potom využita pro celou kalibraci. Může se však stát, že některé funkce, rozsahy nebo hodnoty UUT nelze zkontrolovat pomocí standardních přístrojů. Potom je možné použít pro kalibraci přístroje jiné etalony, případně zdroje signálu (např. proudový kalibrátor do 100A, etalon odporu 100 MOhm apod.).

Abychom mohli použít jiný přístroj, musí existovat příslušná karta přístroje. Pokud například máme přístroj, který kontrolujeme pomocí kalibrátoru M140 a jeden jeho rozsah 50A chceme zkontrolovat pomocí kalibrátoru proudu M150, vygenerujeme nejprve pomocí průvodce celou metodiku kontroly s kalibrátorem M140 (viz. předchozí kapitola). Ve vytvořené proceduře nahradíme na rozsahu 50A kalibrátor M140 (je použit jako zdroj a současně jako etalon) kalibrátorem M150. Provedeme to následujícím postupem :

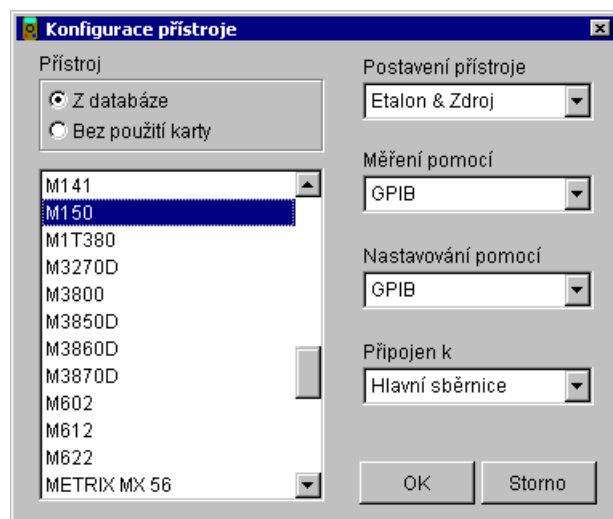
- Ve stavovém okně najdeme funkci proudou (AC nebo DC) a rozsah 50 A.

- Na této nastavené úrovni provedeme záměnu etalonového přístroje M140. Pravým



tlačítkem myši klikneme nad kalibrátorem M140 a vyvoláme nabídku zobrazenou na obrázku.

- Zvolíme položku “Konfigurace přístroje” a namísto kalibrátoru M140 vybereme ze seznamu přístrojů kalibrátor M150.



- Provedená změna je platná pouze na úrovni, kde byla provedena . V našem případě to je rozsah 50A.

### 2.1.3. Testování kalibrační procedury

Nyní je možné provádět testování nově vytvořené procedury. Pro přehlednost je dále uveden seznam nejběžnějších ladicích úkonů :

- a) Vyzkoušet otevření / uzavření jednotlivých přístrojů. Stiskem pravého tlačítka myši nad přístrojem ve Schéma přístrojů lze vyvolat nabídku a následně spuštění makra otevřít nebo zavřít přístroj. Pokud se vyskytnou chyby, je třeba při použití sběrnice GPIB zkontrolovat správnou instalaci karty GPIB, u RS232 zejména nastavení komunikace jak v programu tak v přístroji, obecně pak správné propojení přístrojů. Dále zkontrolujeme, jsou-li přístroje zapnuté. V případě testování nově vytvořené Karty přístroje může být chyba v makru pro otevření/zavření přístroje. U sběrnice GPIB lze s výhodou použít logovací program NI Spy (National Instruments), který zaznamenává veškerou komunikaci po sběrnici.
- b) Pokud nemáme přístroje připojené k počítači, můžeme vyzkoušet funkci nové procedury tak, že všechny přístroje přepneme na manuální ovládání (stiskem pravého tlačítka myši nad přístrojem a výběrem položky konfigurace přístroje). Při ručním ovládání zadáváme všechny hodnoty z klávesnice a přitom můžeme vyzkoušet průběh kalibrace "nanečisto" včetně výpočtu chyb a nejistot měření. Je možné ověřit, zda program správně upozorňuje na změnu přístrojů, případně na změny v zapojení výstupních svorek.
- c) Je možno kontrolovat nastavení všech přístrojů tak, jak bude použito při běhu kalibrace v každém kalibračním bodě. Stačí pouze vybrat požadovaný kalibrační bod ve Stavovém okně procedury nebo přímo v okně Protokol a pouhým posuvem myši nad jednotlivými přístroji ve Schéma přístrojů sledovat "bublinovou" nápovědu o nastavení přístroje:
 

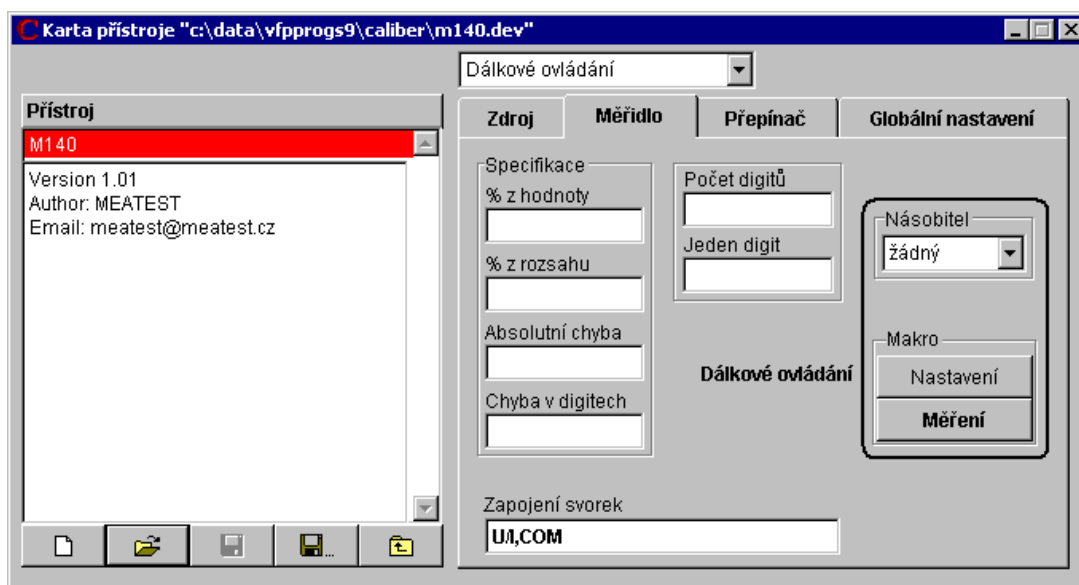
<b>Etalon: Dat1281 6en</b>
-----
<b>Funkce: VDC-2W</b>
<b>Rozsah: 200 mV</b>
<b>Hodnota: -5.438644459 mV</b>

 řádek obsahuje Postavení a Název přístroje, 2. řádek je odělovač, 3. řádek obsahuje funkci, která bude na přístroji zařazena, 4. řádek obsahuje rozsah, který bude zařazen, 5. řádek obsahuje nominální hodnotu platnou pro kalibrační bod. Pokud funkce přístroje obsahuje nějaké parametry, budou následující řádky obsahovat hodnoty těchto parametrů. Výhoda této nápovědy se projeví zejména při použití převodníků, kdy na přístrojích zařazených za převodníkem jsou již zcela jiné funkce, tak jak je vidět i na předchozím obrázku, kdy se jedná o kontrolu termočlánku (hlavní funkcí je funkce "TC T S90"), ale po transformaci převodníkem (Thermocouple) již bude etalonový multimetr měřit stejnosměrné napětí (funkce "VDC-2W")..
- d) Procedura umožňuje celou řadu individuálních nastavení a při nejasnostech při běhu kalibrace je vhodné zkontrolovat všechna tato nastavení ve Stavovém okně procedury. Pokud je ve Stavovém okně navolena úroveň hodnota je možno vidět pomocí ikon v nadpisu Stavového okna i všechna nastavení provedená v nadřazených úrovních a následně je zkontrolovat.
- e) Proceduru je možné spustit z libovolného kontrolního bodu. V okně Protokol aktivujeme stiskem levého tlačítka myši řádek od kterého chceme proceduru spustit (zvolený řádek se zvýrazní) a stiskneme klávesu "Spustit kalibraci". Zastavení probíhající kalibrace je možné klávesou "ESC".

## 2.2. Modul „Karty přístrojů“

Existence Karty přístroje je nutnou podmínkou pro použití přístroje v kalibrační proceduře. Zatímco vytvoření nové kalibrační procedury je poměrně snadnou záležitostí, která zabere asi 5 minut času, sestavení nové Karty přístroje vyžaduje čas delší. Je k tomu potřeba uživatelská příručka, která popisuje funkce, rozsahy a specifikace přístroje. Pokud je možné přístroj ovládat počítačem je nutný také popis příkazů pro dálkové ovládání. Hotové karty přístrojů je možné bezplatně nahrát z internetové stránky [www.meatest.cz](http://www.meatest.cz).

Po spuštění modulu „Karty přístrojů“ a načtení karty M140 se zobrazí následující panel:




Levá část panelu obsahuje stavové okno. Zobrazuje strukturu karty přístroje (název, funkce, rozsahy a parametry). Patříčná úroveň je vždy zobrazena v nadpisu stavového okna. Veškerá další nastavení v pravé části panelu (specifikace, makra, zapojení svorek) jsou pak platná pro aktuální navolenou úroveň a položkou stavového okna.

*Úroveň „Přístroj“* - nejvyšší úroveň stavového okna zobrazuje název přístroje a pod názvem poznámku (obvykle obsahuje označení verze karty přístroje, případně jméno autora a jeho emailovou adresu). Poznámka je uživatelem libovolně editovatelná. Její maximální velikost je 200 znaků.

*Úroveň „Funkce“* - dvojitým klikem levého tlačítka myši na název karty ve stavovém okně, se přechází na úroveň funkce. Přitom je důležité, zda je v pravé části panelu zvolena záložka „Zdroj“ anebo „Měřidlo“. V prvním případě totiž vytváříme zdroj a ve druhém měřidlo. Pokud není jasné, zda chceme vytvořit zdroj nebo měřidlo, platí pravidlo, že pokud se nejedná o měřidlo (přístroj neindikuje měřenou hodnotu), jedná se o zdroj. Pravým tlačítkem myši se zobrazí nabídka a je možno funkce přidávat nebo odebírat. Zde se navolí všechny funkce, které chceme, aby přístroj obsahoval.

*Úroveň „Rozsah“* - při dvojkliku myši na název funkce se dostáváme na úroveň rozsahů. Zde je opět možno rozsahy přidávat, měnit nebo odebírat. Při vytváření rozsahů postupujeme vždy od nejmenšího rozsahu k největšímu. U více-parametrických funkcí volíme obvykle jeden

rozsah, který pokryje možnosti dané funkce přístroje. Skutečný rozsah je pak možno uživatelsky zadat při vytváření procedur, pokud je přístroj použit jako UUT.

*Úroveň „Parametr“* - Při dvojkliku na vytvořený rozsah se dostáváme na úroveň parametru. Toto platí pouze v případě, že daná funkce nějaký parametr obsahuje. Program přitom rozlišuje, zda funkce obsahuje jeden parametr (např. VAC-2W obsahuje jeden parametr kmitočet), nebo více parametrů (PAC). Při jedno-parametrových funkcích se program chová naprosto rovnocenně jako u rozsahů nebo funkcí. U více-parametrických funkcí nelze na úrovni parametru zadávat specifikaci, zapojení svorek ani makra s výjimkou jediného a to dálkového makra nastavení. Makro lze zadat pro libovolný parametr a program Caliber se při kalibraci chová trochu odlišně, a sice vykoná všechna makra platná pro všechny parametry postupně za sebou. Na kartě přístroje je pak makro pro přehlednost odlišeno značkou . Uživatel má možnost tedy zapsat jediné makro nastavení na úrovni rozsahu (pokud přístroj takto obsluhovat lze, je to výhodnější) anebo více maker pro jednotlivé parametry.

V pravé horní části panelu je přepínač, kterým lze zvolit způsob ovládání přístroje. Jeden přístroj může mít více způsobů ovládání. Každé poloze přepínače odpovídá jiná sada nastavovacích prvků (napravo v orámovaném poli). Způsoby ovládání jsou:

- a) **Dálkové ovládání** – nastavovací prvky (násobitel a makra pro ovládání přístroje) jsou společné pro všechny dálkové sběrnice (GPIB, RS232, VISA). Pokud jsou definována makra pro tento společný způsob ovládání, není třeba již psát makra pro GPIB, RS232 či VISA s výjimkou makra „Otevření“, „Zavření“ při definici nastavení „Setup“. „Dálkové nastavení“ je doporučená volba pro všechny přístroje, které obsahují byť jeden typ sběrnice. Lze tak snadno v budoucnu rozšířit kartu přístroje o další typ komunikace. Další možnosti jako jsou GPIB, RS232 nebo VISA je vhodné používat pouze v případě, že komunikace je po různých sběrnících odlišná, což je výjimečný případ.
- b) **GPIB** – nastavovací prvky (násobitel a makra pro ovládání přístroje) pro sběrnici GPIB. Použije se pouze, chceme-li odlišit makra od jiného typu komunikace např. od RS232, jinak použijeme položku „Dálkové ovládání“.
- c) **RS232** – nastavovací prvky (násobitel a makra pro ovládání přístroje) pro sběrnici RS232. Použije se pouze, chceme-li odlišit makra od jiného typu komunikace např. od GPIB, jinak použijeme položku „Dálkové ovládání“.
- d) **VISA** – nastavovací prvky (násobitel a makra pro ovládání přístroje) pro sběrnici VISA. Použije se pouze, chceme-li odlišit makra od jiného typu komunikace např. od GPIB, jinak použijeme položku „Dálkové ovládání“.
- e) **Kamera** – nastavovací prvky (násobitel) při kamerovém snímání.
- f) **Manuální** – nastavovací prvky (násobitel a způsob ovládání přístroje) při ručním ovládání.

V pravé části panelu jsou tři karty, popisující vlastnosti přístroje ve funkci „Zdroje“, „Měřidla“ a „Globální nastavení“. U zdroje a měřidla obsahují karty specifikace, příkazy pro ovládání a popis zapojených výstupních svorek. Globální nastavení popisuje společné vlastnosti jako inicializaci přístroje, parametry nastavení sběrnic a kamery, u převodníku jeho převodní

charakteristiku. Na kartách jsou následující okna (některá mohou v závislosti na typu karty, případně způsobu ovládání chybět) :

**Specifikace** umožňuje zadání přesnosti pro daný přístroj. Specifikaci je možné zadat na úrovni přístroje, funkce, rozsahu nebo parametru. Může se skládat až ze čtyř složek. „% z hodnoty“ a „% z rozsahu“ se zadávají v procentech, „Absolutní chyba“ se zadává v jednotkách zvolené funkce (vždy v základních, je možný exponenciální zápis) a „Chyba v digitech“ je zadávána v počtu digitů (pouze u měřidel).

**Počet digitů** se zadává pouze u měřidel. Udává rozlišovací schopnost digitálního měřidla (většinou se zadává u funkcí s relativním vyhodnocením). Jedná-li se o analogový přístroj, je zde uveden text „ANALOG“.

**Jeden digit** také umožňuje zadání rozlišovací schopnosti digitálního měřidla. Je zadán v jednotkách měřené veličiny a udává rozlišení měřidla na jeden digit

(většinou se zadává u funkcí s absolutním vyhodnocením).

**Násobitel** je nastavitelný u zdroje i u měřidla. Umožňuje zadávání hodnot při čtení z přístroje (příp. zápisu do přístroje) v jiných jednotkách, než v základních. Implicitně je nastaven „žádný“, je však možné zvolit libovolnou předponu v rozsahu „atto“ (1e-18) až „tera“ (1e+12).

**Makro** jsou nastavovací řetězce, popisující způsob ovládání přístroje pomocí sběrnice GPIB, RS232 nebo VISA. Makro „Nastavení“ a „Měření“ se zadává u počítačem ovládaných zdrojů i měřidel. Makro „Zapnutí svorek“ a „Vypnutí svorek“ je pouze u počítačem ovládaných zdrojů. Podrobněji se

tvorbou a úpravou maker zabývá odstavec „Tvorba maker“.

**Manuální ovládání** má k dispozici následující prvky (nejsou to makra) :

**Manuální nastavení** – umožňuje určit text, který se při kalibraci zobrazí uživateli při vykonávání úkonu "Nastavit přístroj" v případě, že je použito manuální ovládání přístroje. Nastavení lze definovat pro zdroje, měřidla a přepínače. U zdroje a přepínače probíhá nastavení v každém kalibračním bodě, u měřidla vždy když dojde ke změně funkce nebo rozsahu (toto chování lze změnit položkou "Zobrazit vždy"). Pokud není "Manuální nastavení" definováno, program sám automaticky generuje potřebná hlášení (s výjimkou přepínačů). Stejný panel se používá i pro úkony "Zapnout svorky" a "Vypnout svorky". U přepínačů lze takto definovat úkony "Nastavení A", "Nastavení B", "Nastavení C" a "Nastavení D". Hlášení je při kalibraci zobrazováno v okně Pokyny pro obsluhu.



*Text při kalibraci* nabízí tři možnosti:

*Automatický (přednastaveno)* – u zdroje je při každé měřené hodnotě program zastaven a vypsan automaticky text s požadavkem nastavení zdroje na příslušnou hodnotu. U měřidla je program zastaven vždy při změně funkce nebo rozsahu. Pro přepínače nelze automatický text použít a je nutno zadat "Uživatelský text".

*Uživatelský text* – program zastavuje podle stejných pravidel jako při volbě "Automatický". Po zastavení vypíše zprávu z okna "Text".

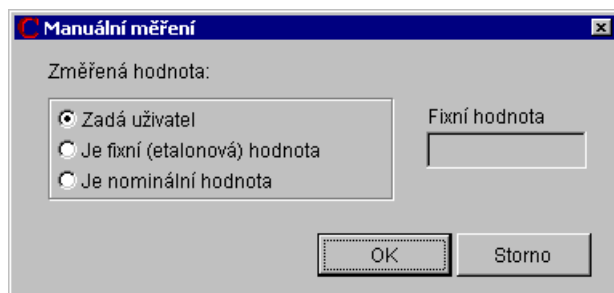
*Žádný* – při této volbě se program nikde nezastavuje. Po obsluze není požadováno nastavení funkce, rozsahu ani hodnoty. Tato volba je vhodná např. u zdroje při zapínání a vypínání svorek – pokud zdroj nemá odpojování svorek.

*Text* - uživatelský text zobrazovaný při běhu kalibrace v okně "Pokyny pro obsluhu".

*Prodleva* – pokud je zadán čas, program po zobrazení hlášení (pokud se má nějaké zobrazit) čeká nastavenou dobu. Prodleva se počítá až od chvíle, kdy uživatel hlášení potvrdí.

*Zobrazit vždy* - umožňuje vyvolat hlášení obsluze při běhu kalibrace v každém kalibračním bodě (platí pouze pro měřidla).

**Manuální měření** – umožňuje definovat jakým způsobem se načte hodnota nastavená na zdroji během kalibrace. Nastavení se uplatní pouze tehdy je-li hodnota z přístroje načítána manuálně. Program se snaží zjistit hodnotu zdroje pokud je použit jako UUT nebo Etalon. Položka je pouze u manuálního měření zdroje. U měřidla je vždy třeba zadávat aktuální hodnotu přístroje.



a) **Zadá uživatel** – velikost nastavené hodnoty na zdroji je zadávána uživatelem při kalibraci.

b) **Je fixní** – velikost nastavené hodnoty na zdroji je pevně daná hodnotou uvedenou v poli „Fixní hodnota“.

c) **Je nominální hodnota** – jako velikost nastavené hodnoty na zdroji je programem automaticky dosazena nominální hodnota bodu.

**Zapnutí svorek** – položka je pouze u manuálního nastavení zdroje. Umožňuje definovat, jakým způsobem se má chovat zdroj při zapínání výstupních svorek. Možnosti jsou stejné jako u položky nastavení.

**Vypnutí svorek** – položka je pouze u manuálního nastavení zdroje. Umožňuje definovat, jakým způsobem se má chovat zdroj při vypínání výstupních svorek. Možnosti jsou stejné jako u položky nastavení.

**Zapojení svorek** je text stručně charakterizující aktivní svorky. Většinou se svorky zadávají na úrovni funkce (jiné svorky jsou pro napětí, jiné pro proudy). Vyhovuje krátké textové označení např. Hu,Lu nebo V+,COM apod.

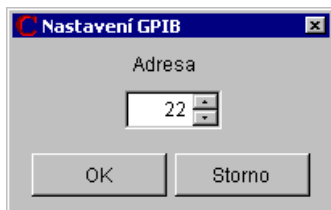
*Poznámka: Vlastní text popisující zapojení může být zvolen libovolně, dle místních zvyklostí. Důležité však je, aby různé zapojení svorek bylo zapsáno různými texty. Na základě změny textu program při kalibraci generuje hlášení o změně v zapojení svorek.*

### Globální nastavení



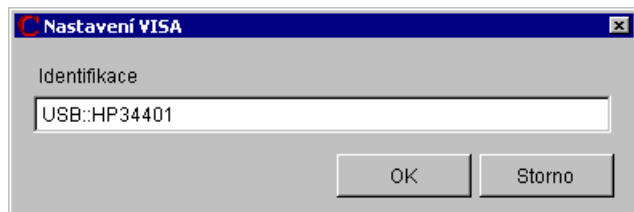
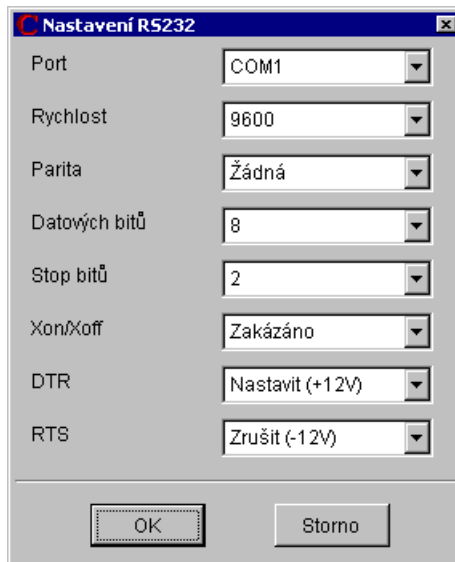
**Nastavení** - položka je aktivní pouze pro automatizované způsoby ovládání (RS232, GPIB, VISA a Kamera).

Definuje parametry nastavení jednotlivých rozhraní. Klávesou „Nastavení“ je možné definovat makra pro otevření a zavření přístrojů (podrobněji viz kapitola „Tvorba maker“) a nastavení sběrnice. V závislosti na způsobu ovládání má nastavení sběrnice následující nabídky:



Přístroj je ovládán po sběrnici **GPIB**. Pro tuto možnost je třeba mít počítač vybaven kartou GPIB. U ovládání GPIB je možné nastavit adresu připojeného přístroje. Povolný rozsah adres je 1 až 30. Adresa „0“ je vyhrazena pro počítač.

Přístroj je ovládán po sběrnici **RS232**. Pro tuto možnost je třeba mít počítač s neobsazeným portem RS232. U ovládání RS232 je možné nastavit číslo Com portu, rychlost komunikace, paritu, počet datových bitů, počet stop bitů, programové řízení komunikace (Xon/Xoff) a statický stav signálů DTR a RTS. Možnost statického nastavení těchto signálů je nezbytná pro umožnění komunikace s některými jednoduššími přístroji, které výše zmíněné signály používají pro napájení interfejsu.

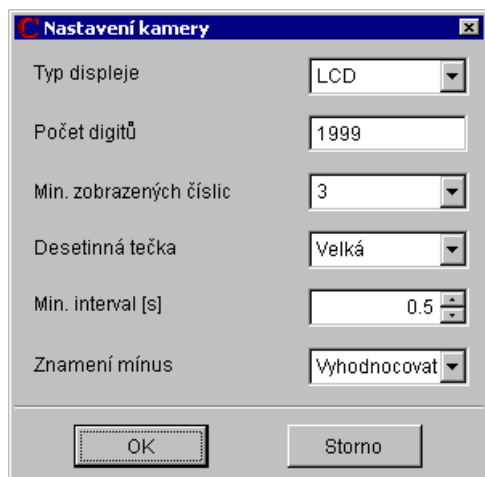


Přístroj je ovládán po sběrnici **VISA**. Pro tuto možnost je třeba mít v počítači ovladače VISA nainstalovány. U ovládání VISA se

nastavuje identifikační řetězec přístroje. Vlastní propojení přístroje a počítače pak může být

provedeno po libovolné sběrnici (USB, LAN, RS232), o toto propojení se stará ovladač VISA a ne program Caliber. Identifikační řetězec lze přečíst z přístroje (obvykle Remote I/O menu) a lze rovněž použít utilitu od National Instruments „VISA Interactive Control“. Tato utilita zobrazuje všechny aktivně připojené přístroje VISA a rovněž jejich identifikační řetězce. Je zde možno i přímo vyzkoušet komunikaci přes rozhraní VISA.

Naměřené hodnoty jsou z přístroje odečítány pomocí digitální kamery. Pro tuto možnost je třeba mít modul kamerového snímání Cam-Ocr. Přístroj nelze tímto způsobem ovládat. U čtení odměrů kamerou je možné nastavit tyto parametry:



**Typ displeje** – LCD (tmavé znaky na světlém pozadí) nebo LED (světlé znaky na tmavém pozadí)

**Počet digitů** – nejvyšší zobrazitelné číslo na displeji přístroje (desetinná tečka se neuvažuje)

**Min. zobrazených číslic** – minimální počet číslic, který může být na displeji zobrazen

**Desetinná tečka** – „Žádná“ (přístroj nevyužívá desetinnou tečku), „Malá“ (velikost desetinné tečky je zhruba polovina šířky segmentu), „Malá oddělená“ (malá tečka vzdálená od segmentu více

než polovina šířky segmentu), „Velká“ (velikost desetinné tečky je zhruba stejná jako šířka segmentu), „Velká oddělená“ (velká tečka vzdálená od segmentu více než šířka segmentu), „Automaticky (program desetinnou tečku nevyhodnocuje z displeje, ale dosadí ji podle očekávané hodnoty automaticky – vhodné pro špatně čitelné displeje)“.

**Min. interval [s]** – doba, po jejímž uplynutí přístroj zobrazí novou hodnotu. S tímto intervalem prodlouženým o dobu vyhodnocení obrazu kamera snímá jednotlivé odměry.

**Znamení mínus** - zvolí se způsob vyhodnocování znaménka, „Vyhodnocovat“ – program se snaží znaménko odečíst z displeje, „Automaticky“ – program znaménko nevyhodnocuje z displeje, ale dosadí jej podle očekávané hodnoty – vhodné pro displeje se špatně čitelným znaménkem např. z důvodu přídatných symbolů okolo znaménka.

**Podmínky převodníku** – zobrazují přehled všech převodních podmínek, které přístroj umí převádět. Při běhu kalibrace program automaticky vybere vyhovující převod podle vstupní a výstupní funkce.

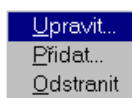
**Převodník** je přístroj, který je zařazen mezi signálovou sběrnici a další přístroj. Umí změnit funkci, hodnotu nebo parametry přicházející do dalšího přístroje. Lze řadit více převodníků za sebou. Převodník je definován třemi body (funkcemi) vstupem, výstupem a vlastním nastavením. Převodník převádí vstup na výstup a je schopen pracovat v obou směrech. Převodníky rozdělujeme na dva typy:

**Reálné převodníky** jsou skutečné přístroje. Nastavují se na funkci, která není „void“. Příkladem může být proudový bočník (odpor převádějící napětí na proud). Reálné převodníky mohou mít

definovanou specifikací (u bočníku je to jeho přesnost) a tato specifikace je započtena jako jedna ze součástí nejistoty měření. Tyto převodníky musí mít vyplněnou kartu přístroje v režimu zdroj.

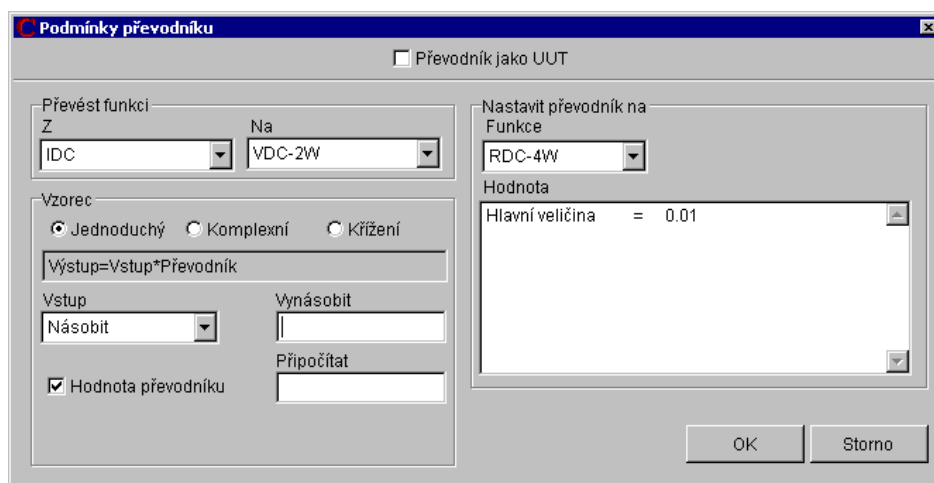
*Virtuální převodníky* jsou určeny pouze pro převod jedné funkce na jinou funkci nebo pro přepočítání hodnoty. Jsou nastavovány na funkci „void“ a nevyplňuje se u nich karta přístroje v režimu zdroje ani měřidla. Nejedná se o skutečné přístroje a mají tedy nulovou chybu. Příkladem je převodník, který převádí dvousvorkové odpory na čtyřsvorkové odpory. Musíme jej použít, potřebujeme-li zkontrolovat dvousvorkové měřidlo, čtyřsvorkovým etalonem. Program Caliber totiž zásadně požaduje, aby na všech přístrojích byly nastaveny stejné funkce.

Při stisku pravého tlačítka myši se vyvolá nabídka s následujícími položkami:



**Upravit** – vyvolá editační okno vybraného převodu

Podmínky převodníku definují, jakým způsobem převodník veličiny převádí a rovněž určují, na jakou veličinu a hodnotu se samotný převodník nastaví. Na obrázku je příklad převodníku proudu na napětí s převodní konstantou 0.01 (rezistor 10 mΩ).



**Převodník jako UUT** – pokud je pole zatrhnuto, program zajistí aby bylo možno převodník použít na pozici kontrolovaného přístroje. Převodník, který je použit jako UUT musí být nastaven stejně jako je jeho vstupní funkce. Rovněž nelze do vzorce zahrnout hodnotu převodníku a lze použít pouze jednoduchý vzorec.

#### **Převést funkci:**

**Z** – vstupní veličina převodníku (definovaná funkcí)

**Na** – výstupní veličina převodníku (definovaná funkcí)

#### **Nastavit převodník na:**

**Funkce** – funkce, na kterou se má převodník nastavit. U virtuálních převodníků (převodníky funkcí, případně hodnot, které nejsou prezentovány reálným přístrojem) se zde uvede funkce „void“. V tomto případě již nemusíme vyplňovat funkce a rozsahy převodníku jako u reálného zdroje nebo měřidla. U reálných převodníků zadáme jejich skutečnou funkci. Například u proudového bočnicku se nastaví funkce RDC-4W, případně také RAC-4W je-li bočník možné použít také pro střídavý proud. V tomto případě musíme vyplnit příslušnou funkci (např. RDC-4W), rozsah (např.  $0.1 \leq 0.1$ ) a specifikace jako u skutečného zdroje.

**Hodnota** – hodnota, na kterou se má převodník nastavit. Definují se zde i všechny parametry pokud funkce nějaké parametry obsahuje. Jednotlivým hodnotám lze přiřadit pevnou hodnotu (konstantu), nebo parametr, který je obsažen u vstupní funkce. Program při běhu programu nastaví funkci, hodnotu a parametry, které se zadají, podobně jako u jakéhokoliv jiného přístroje. Karta převodníku musí požadovanou funkci a rozsah obsahovat v režimu zdroje (na převodník se pohlíží jako na zdroj). Reálnou hodnotu převodníku je pak možno při kalibraci brát z karty přístroje, v manuálním režimu lze tedy požadovat hodnotu po uživateli, nebo ji fixně zadat do karty přístroje. Fixně zadanou hodnotu je samozřejmě možné změnit např. po nové kalibraci etalonu odporu, použitého jako převodník proudu na napětí. Pokud se zvolí funkce s názvem „void“, není potřeba zadávat ani hodnotu a není potřeba mít vyplněnu ani specifikaci a funkci na kartě přístroje, takový převodník potom pouze převádí pomocí násobící a aditivní konstanty a jeho vlastní hodnota se v rovnici neobjeví (používá se zejména při převodu funkcí, kdy je převodník pouze virtuální).

**Vzorec** – definuje převodní poměr mezi vstupem a výstupem. Existují tři typy vzorců:

*Jednoduchý* – jednoduchá rovnice. Program automaticky provádí konverzi tam i zpět. Pokud pole *Vstup* je nastaveno na hodnotu „násobit“ tak má tvar:

$$\text{Výstup} = \text{Vstup} * \text{Hodnota převodníku} * A + B \text{ nebo}$$

Pokud pole *Vstup* je nastaveno na hodnotu „dělit“ tak má tvar:

$$\text{Výstup} = (1/\text{Vstup}) * \text{Hodnota převodníku} * A + B$$

*Hodnota převodníku* – zahrne nebo vyloučí „Hodnotu převodníku“ ze vzorce

*Vynásobit* – určuje konstantu A ve vzorci

*Připočítat* – určuje konstantu B ve vzorci

*Komplexní* – definuje složitější komplexní rovnici. Rovnic může být obsaženo více a jsou rozděleny rozsahem vstupní veličiny. Program je schopen provést konverzi tam i zpět. Rovnici lze sestavit z běžných matematických funkcí (sin, cos, log), číselných hodnot (0..9), matematických operátorů (+-\*/) nebo vstupní hodnoty převodníku. Goniometrické funkce počítají úhel v radiánech, jestliže je použita hodnota ve stupních je třeba provést přepočet.

*Křížení* – nedochází k žádným přepočtům hodnot, pouze k záměně parametrů. Lze takto mezi sebou převádět funkce, které jsou sice odlišné, ale mají některé parametry shodné.

**Přidat** – vyvolá editační okno pro vytvoření nového převodu

**Odstranit** – odstraní vybraný převod

Na dolní liště „Stavového okna“ jsou umístěny ovládací klávesy:



**Nový** – vytvoří novou kartu přístroje.



**Otevřít** – načte již vytvořenou kartu přístroje.



**Uložit** – zapíše do souboru (databáze) upravovanou kartu přístroje.



**Uložit jako** – zapíše do souboru (databáze) upravovanou kartu přístroje pod novým názvem.



**Nahoru** – používá se pro posun o jednu úroveň v hierarchii přístroj – funkce – rozsah – bod. Vnořování (posun o úroveň dolů) se provádí poklepnutím myši na vybranou položku.

### 2.2.1. Pravidla pro zobrazování položek

Jednotlivé položky (specifikace, zapojení svorek a způsob ovládní) je možné zadat pro libovolnou úroveň v rámci hierarchie přístroj – funkce – rozsah – parametr. Položka zadaná na vyšší úrovni platí implicitně pro všechny úrovně nižší. Pokud je pro některý bod zadaná položka na více úrovních, pro ovládní a výpočty je použita položka zadaná na nejnižší úrovni. Pro snazší orientaci na kartě přístroje jsou zadávané položky zobrazeny různým typem písma:

- a) Normálně – položka ještě není zadaná.
- b) **Tučně** – položka je zadaná na právě zobrazené úrovni.
- c) *Kurzíva* – položka je zadaná na vyšší úrovni a pro zobrazenou úroveň platí implicitně.

Zadání položek není povinné. Pokud je však při kontrole přístroje potřeba nezadaná položka, objeví se chybové hlášení, že požadovaná položka není vyplněna.

### 2.2.2. Tvorba maker

Jakákoliv komunikace s přístrojem přes dálkové ovládání (RS232, GPIB, VISA) v systému Caliber je možná pouze pomocí maker. Makro je sled příkazů (Zápis a Čtení) pro komunikaci s přístrojem doplněné o některé přídavné možnosti jako je porovnání načtené hodnoty apod.. Program jednotlivá makra vykonává při běhu kalibrace. Makra jsou rozdělena do určitých kategorií, které se nazývají úkony. Může tak existovat „Makro měření“ pro načtení hodnoty z přístroje, „Makro nastavení“ pro zařazení funkce a rozsahu, „Makro zapnutí svorek“, „Makro vypnutí svorek“ u zdrojů, popř. „Makro Otevřít/Zavřít“ pro inicializaci přístroje. Posloupnost vykonávání maker je při běhu kalibrace dána režimem měření. Makro „Otevřít“ se provede pokaždé při použití přístroje v kalibraci, pokud ještě přístroj nebyl otevřen. Makro „Zavřít“ se provede pokaždé pokud se změní Schéma přístrojů nebo se dokončí kalibrace a přístroj byl předtím otevřen. Makra je možno psát pro všechny sběrnice společně (Dálkové ovládání) anebo individuálně pro každou sběrnici (RS232, GPIB, VISA). Všechna makra jsou uložena na kartě přístroje. Pro zapsání příkazů dálkového ovládání budeme potřebovat návod k danému přístroji.

Program pracuje se šesti základními typy maker:

- **Otevření** inicializuje přístroj připojený k počítači.
- **Zavření** uzavírá komunikaci po počítačové sběrnici.
- **Nastavení** nastavuje přístroj na správnou funkci, rozsah a hodnotu.
- **Měření** u měřidla čte měřenou hodnotu, u zdroje hodnotu nastavenou.
- **Zapnutí svorek** připojuje výstupní svorky, používá se pouze u zdroje signálu.
- **Vypnutí svorek** odpojuje výstupní svorky, používá se pouze u zdroje signálu.

Makra „Otevření“ a „Zavření“ jsou součástí „Globálních nastavení“ přístroje a platí tedy pro celý přístroj nezávisle na funkci, rozsahu nebo hodnotě. Makra „Nastavení“ a „Měření“ jsou jak na kartě „Měřidla“, tak na kartě „Zdroje“. Makro „Nastavení“ může být i na kartě „Přepínač“, zde je označeno jako „Nastavení A“, „Nastavení B“, „Nastavení C“ nebo „Nastavení D“. Tato makra je možné definovat na libovolné úrovni (Přístroj – Funkce – Rozsah – Parametr). Makra „Zapnutí svorek“ a „Vypnutí svorek“ jsou pouze na kartě „Zdroje“.

Makra se sestavují z jednotlivých příkazů, které se mohou libovolně kombinovat. Existují následující příkazy:

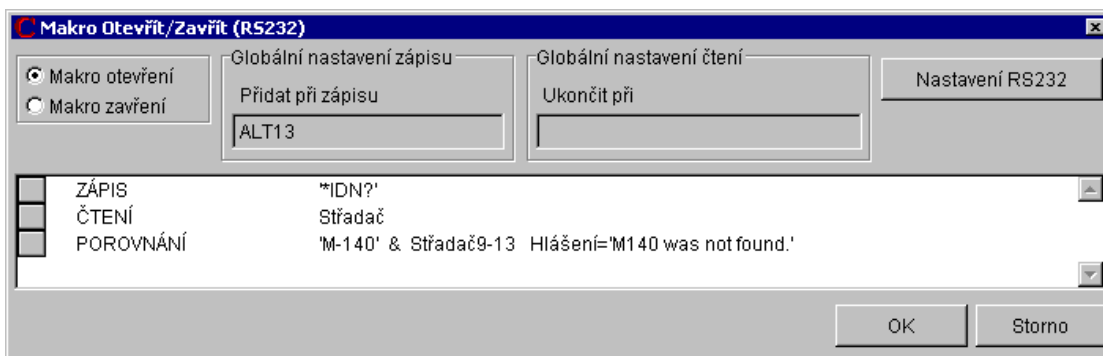
- **Zápis** pošle řetězec do přístroje.
- **Čtení** načte řetězec z přístroje do proměnné programu.
- **Prodleva** vloží do makra prodlevu.
- **Hlášení** vyvolá hlášení.
- **Porovnání** umožňuje porovnat řetězec přístroje s pevným řetězcem.
- **Číselné porovnání** umožňuje porovnat číslo načtené z přístroje.



Každý řádek makra (příkaz) je v programu zobrazen ve dvou sloupcích:

- Klíčové slovo *určuje operaci, která bude prováděna. Příkladem je „ZÁPIS“, „ČTENÍ“, „POROVNÁNÍ“ apod.*
- Parametr *obsahuje texty a proměnné, se kterými se operace určená Klíčovým slovem bude provádět*

### Makro otevření



Je definováno pro sběrnice GPIB, RS232 a VISA. Na obrázku je otevírací makro kalibrátoru M140. Okno „Globální nastavení zápisu“ obsahuje řetězec (znak), který se do přístroje pošle po každém příkazu „ZÁPIS“. U M140 je ukončovacím řetězcem CR (ALT13). Okno „Globální nastavení čtení“ obsahuje řetězec (znak), který znamená konec zprávy. Čtení je možné ukončit také po přijetí určitého počtu znaků. Jsou-li nastaveny obě možnosti (ukončení při příjmu řetězce i ukončení po přijetí určitého počtu znaků) je čtení ukončeno při splnění kterékoliv podmínky. Okno „Globální nastavení čtení“ zůstane ve většině případů nevyužito. Výjimku mohou tvořit některé přístroje ovládané po sběrnici RS232, u kterých není možné čtení synchronizovat. Klávesa „Nastavení RS232“ je určena pro nastavení parametrů sběrnic. Klávesou „OK“ lze makro uložit. V makru na obrázku jsou použity následující příkazy:

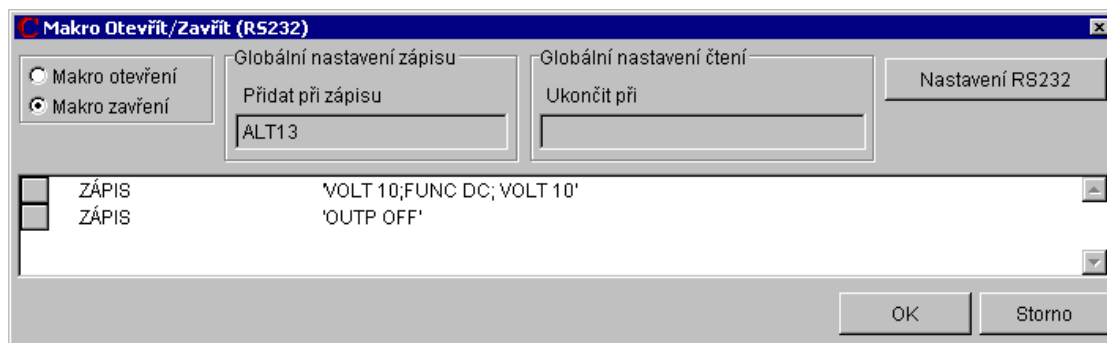
**ZÁPIS** – pošle do kalibrátoru řetězec „\*IDN?“ zakončený znakem CR (ALT13).

**ČTENÍ** – přečte odpověď kalibrátoru a uloží ji do proměnné s názvem „Střadač“.

**POROVNÁNÍ** – porovná řetězec „M-140“ se znaky 9-13 uloženými v proměnné střadač. V případě, že se liší, zobrazí hlášení „Calibrator M-140 not found“ a ukončí kalibraci.

Makro otevření je společné pro zdroj i pro měřidlo. Pokud má přístroj sběrnici GPIB i RS232, je třeba pro obě sběrnice definovat makro samostatně. Podrobně jsou jednotlivé příkazy maker popsány v kapitole „Syntaxe příkazů makra“.

## Makro zavření



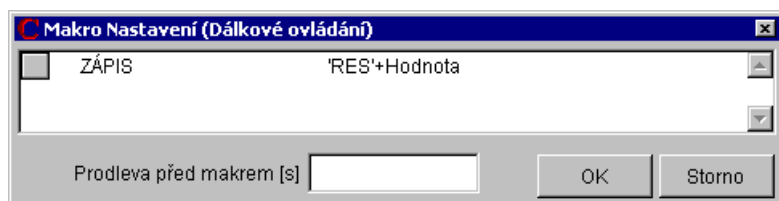
Je definováno pro sběrnice GPIB, RS232 a VISA. Na obrázku je makro zavření kalibrátoru M140. Okna „Globální nastavení zápisu“, „Globální nastavení čtení“, klávesy „Nastavení RS232“ a „OK“ jsou popsány u „Makra otevření“. V makru na obrázku jsou použity následující příkazy:

**ZÁPIS** – pošle do kalibrátoru řetězec „VOLT 10;FUNC DC;VOLT 10“ zakončený znakem CR (ALT13).

**ZÁPIS** – pošle do kalibrátoru řetězec „OUTP OFF“ zakončený znakem CR (ALT13).

Makro zavření je společné pro zdroj i pro měřidlo. Pokud má přístroj sběrnici GPIB i RS232, je třeba pro obě sběrnice definovat makro samostatně. Podrobně jsou jednotlivé příkazy maker popsány v kapitole „Syntaxe příkazů makra“.

## Makro nastavení

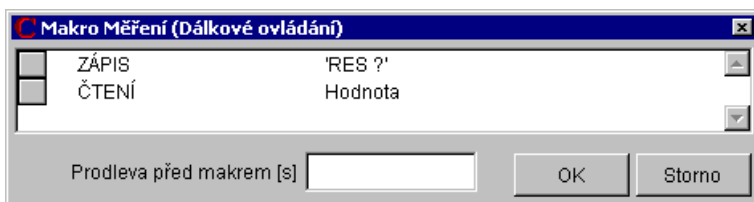


Je definováno pro sběrnice GPIB, RS232 a VISA. Na obrázku je makro nastavení kalibrátoru M140 na funkci R-2W v režimu zdroje. V makru na obrázku jsou použity následující příkazy:

**ZÁPIS** – pošle do kalibrátoru řetězec „RES“, nominální hodnotu kontrolního bodu a zápis zakončí znakem definovaným v makru otevření / zavření - CR (ALT13).

Makro nastavení může být společné pro všechny sběrnice (Dálkové ovládání). Samostatné makro nastavení má zdroj a měřidlo. U zdroje provádí makro nastavení funkce, rozsahu a hodnoty. U měřidla makro nastavuje funkci a rozsah. Podrobně jsou jednotlivé příkazy maker popsány v kapitole „Syntaxe příkazů makra“.

### Makro měření



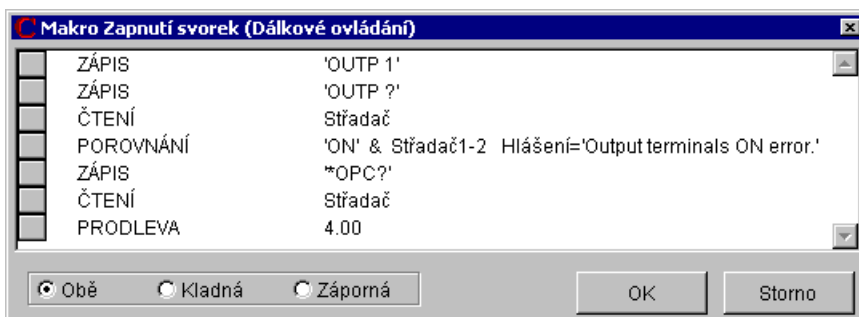
Je definováno pro sběrnice GPIB, RS232 a VISA. Na obrázku je makro měření kalibrátoru M140 na funkci R-2W v režimu zdroje. V makru na obrázku jsou použity následující příkazy:

**ZÁPIS** – pošle do kalibrátoru řetězec „RES ?“ a zápis zakončí znakem definovaným v makru otevření / zavření - CR (ALT13).

**ČTENÍ** – načte odpověď kalibrátoru do proměnné Hodnota.

Makro měření může být společné pro všechny sběrnice (Dálkové ovládání). Samostatné makro měření má zdroj a měřidlo. U zdroje makro ověřuje hodnotu na zdroji nastavenou (provádí se jeden odměr), u měřidla makro spustí a načte jeden odměr (provádí se více odměrů – většinou 10). Podrobně jsou jednotlivé příkazy maker popsány v kapitole „Syntaxe příkazů makra“.

### Makro zapnutí svorek



Je definováno pro sběrnice GPIB, RS232 a VISA. Na obrázku je makro zapnutí svorek kalibrátoru M140 na funkci VDC-2W. V makru na obrázku jsou použity následující příkazy:

**ZÁPIS** – pošle do kalibrátoru řetězec „OUTP 1“ a zápis zakončí znakem definovaným v makru otevření / zavření - CR (ALT13).

**ZÁPIS** – pošle do kalibrátoru řetězec „OUTP ?“ a zápis zakončí znakem definovaným v makru otevření / zavření - CR (ALT13).

**ČTENÍ** – načte odpověď kalibrátoru do proměnné Střadač.

**POROVNÁNÍ** – porovná řetězec „ON“ se znaky 1-2 uloženými v proměnné Střadač. V případě, že se liší, zobrazí hlášení „Nelze zapnout výstupní svorky“ a ukončí kalibraci.

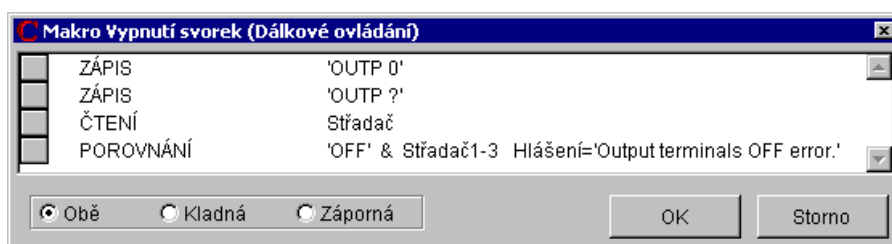
**ZÁPIS** – pošle do kalibrátoru řetězec „\*OPC?“ a zápis zakončí znakem definovaným v makru otevření / zavření - CR (ALT13).

**ČTENÍ** – načte odpověď kalibrátoru do proměnné Střadač.

**PRODLEVA** – počká 4 sekundy na ustálení výstupní hodnoty.

Na spodní liště okna je přepínač „Obě“, „Kladná“ a „Záporná“. Pokud má zdroj stejný příkaz pro zapnutí kladné i záporné polarity výstupního signálu, stačí definovat makro pro polohu přepínače „Obě“. Některé zdroje mají odlišné příkazy pro zapnutí kladné a záporné polarity signálu. Potom je třeba definovat jedno makro při poloze přepínače „Kladná“ a jedno při poloze přepínače „Záporná“. Makro zapnutí svorek může být společné pro všechny sběrnice (Dálkové ovládání) a je pouze u zdroje. Podrobně jsou jednotlivé příkazy maker popsány v kapitole „Syntaxe příkazů makra“.

### Makro vypnutí svorek



Je definováno pro sběrnice GPIB, RS232 a VISA. Na obrázku je makro vypnutí svorek kalibrátoru M140. V makru na obrázku jsou použity následující příkazy:

**ZÁPIS** – pošle do kalibrátoru řetězec „OUTP 0“ a zápis zakončí znakem definovaným v makru otevření / zavření - CR (ALT13).

**ZÁPIS** – pošle do kalibrátoru řetězec „OUTP ?“ a zápis zakončí znakem definovaným v makru otevření / zavření - CR (ALT13).

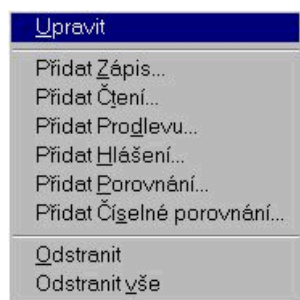
**ČTENÍ** – načte odpověď kalibrátoru do proměnné Střadač.

**POROVNÁNÍ** – porovná řetězec „OFF“ se znaky 1-3 uloženými v proměnné Střadač. V případě, že se liší, zobrazí hlášení „Nelze vypnout výstupní svorky“ a ukončí kalibraci.

Na spodní liště okna je přepínač „Obě“, „Kladná“ a „Záporná“. Pokud má zdroj stejný příkaz pro vypnutí kladné i záporné polarity výstupního signálu, stačí definovat makro pro polohu přepínače „Obě“. Některé zdroje mají odlišné příkazy pro vypnutí kladné a záporné polarity signálu. Potom je třeba definovat jedno makro při poloze přepínače „Kladná“ a jedno při poloze přepínače „Záporná“. Makro vypnutí svorek může být společné pro všechny sběrnice (Dálkové ovládání) a je pouze u zdroje. Podrobně jsou jednotlivé příkazy maker popsány v kapitole „Syntaxe příkazů makra“.

### 2.2.3. Syntaxe příkazů maker

Při stisku pravé klávesy myši nad oknem určeným pro zápis makra se zobrazí tato nabídka:



**Upravit** – otevře okno pro úpravu vybraného příkazu makra.

**Přidat Zápís** – otevře okno pro přidání příkazu zápis.

**Přidat Čtení** – otevře okno pro přidání příkazu čtení.

**Přidat Prodlevu** – otevře okno pro přidání příkazu prodleva.

**Přidat Hlášení** – otevře okno pro přidání příkazu hlášení.

**Přidat Porovnání** – otevře okno pro přidání příkazu porovnání.

**Přidat Číselné porovnání** – otevře okno pro přidání příkazu číselného porovnání.

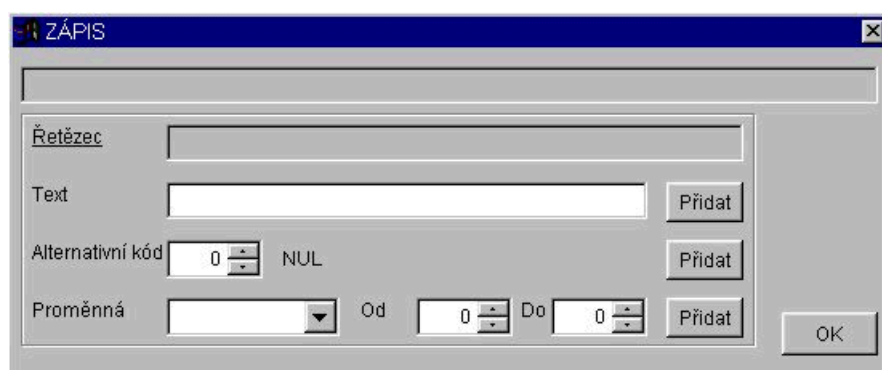
**Odstranit** – odstraní vybraný příkaz makra.

**Odstranit vše** – odstraní všechny příkazy makra.

Makra pracují s následujícími objekty:

- Text** – je tvořený řadou standardních znaků ASCII (kódy 32... 255). Nesmí obsahovat řídicí znaky (kódy 0... 31).
- Alternativní kód** – jeden znak ASCII (0... 255). Umožňuje zápis jakéhokoliv ASCII znaku, včetně řídicích znaků (kódy 0... 31).
- Proměnná** – makra využívají numerické proměnné (hodnotu a parametry) a jednu textovou proměnnou (střadač). Proměnná „Hodnota“ – obsahuje nominální hodnotu kontrolního bodu a lze ji zapisovat i načítat (v makru čtení), proměnné parametr (jejich počet a názvy jsou dané zvolenou funkcí) obsahují hodnoty vedlejších parametrů bodu (např. hodnotu kmitočtu u střídavých veličin) a lze je pouze zapisovat (posílat do přístrojů). Textová proměnná „Střadač“ je určena pro univerzální použití lze ji zapisovat i načítat. Hodnoty do ní uložené slouží nejčastěji jako základ pro porovnání dvou řetězců (odpovědi načtené z přístroje a očekávané hodnoty).

### Okno pro přidání/úpravu příkazu ZÁPIS.



Umožňuje zaslání řetězce složeného z konstant a proměnných do přístroje. Řetězec se může skládat z „Textů“, „Alternativních kódů“ a „Proměnných“. Jednotlivé části lze vkládat jejich zapsáním a stiskem příslušné klávesy „Přidat“. U textové proměnné je možné nastavením pozic

„Od“, „Do“ vybrat pouze část řetězce. Při úpravě příkazu ZÁPIS se vybere příslušná část příkazu dvojitým kliknutím myši nebo stiskem levého tlačítka a posunem myši v okně „Řetězec“. Vybraná část se zvýrazní a přesune do editačního okna („Text“, „Alternativní kód“ nebo „Proměnná“) ve kterém byla vytvořena. Zde ji můžeme upravit. Stiskem pravého myši nad vybranou částí se vyvolá nabídka na její smazání.

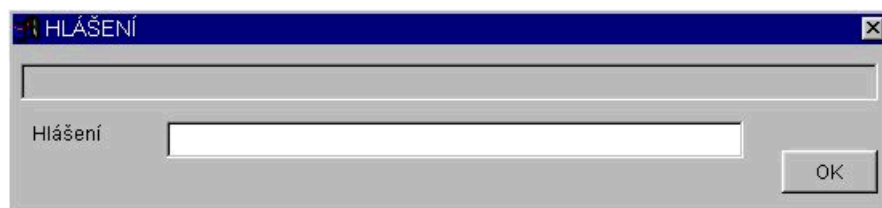
### Okno pro přidání/úpravu příkazu ČTENÍ.

Umožňuje načtení hodnoty nebo textu z přístroje. Výsledek lze načíst do proměnné „Hodnota“, pokud se jedná o výsledek měření nebo nastavenou hodnotu, případně do proměnné „Střadač“, pokud se jedná o text určený pro další zpracování (např. porovnání). Řetězec se může skládat z „Textů“, „Alternativních kódů“ a „Proměnných“. Jednotlivé části lze vkládat jejich zapsáním a stiskem příslušné klávesy „Přidat“. U textové proměnné je možné nastavením pozic „Od“, „Do“ vybrat pouze část řetězce. Lze rovněž zvolit „Fragment“. Fragment je část řetězce oddělená čárkou „;“. Fragment roven jedné znamená celý řetězec, fragment roven dvěma znamená řetězec za první čárkou atd. Při úpravě příkazu „ČTENÍ“ se vybere příslušná část příkazu dvojitým kliknutím myši nebo stiskem levého tlačítka a posunem myši v okně „Řetězec“.

### Okno pro přidání/úpravu příkazu PRODLEVA.

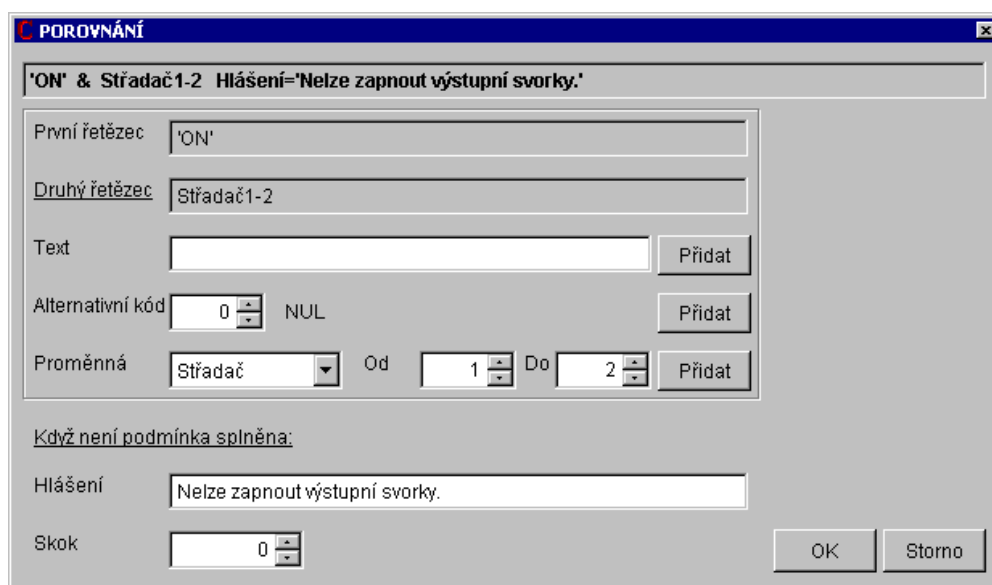
Příkaz přeruší na dobu nastavenou v okně „Prodleva“ vykonávání programu. Dobu lze nastavit v rozmezí 0 až 999 sekund. Po dobu prodlevy je na obrazovce zobrazen text zapsaný do okna „Hlášení“. Příkaz „Prodleva“ lze výhodně využít pro ladění nově napsaných maker. Před každý příkaz makra vložíme příkaz „Prodleva“ s popisem následujícího příkazu. Pokud se běh makra zastaví s chybovým hlášením, můžeme přesně určit, který příkaz chybu způsobil.

### Okno pro přidání/úpravu příkazu HLÁŠENÍ.



Příkaz přeruší vykonávání programu a zobrazí text zapsaný do okna „Hlášení“. Po stisku klávesy „Enter“ program pokračuje. Hlášení se využívá pro upozornění obsluhy na vykonání nějaké činnosti, kterou nelze provést automaticky.

### Okno pro přidání/úpravu příkazu POROVNÁNÍ.



Příkaz porovná dva textové řetězce, a pokud jsou odlišné, zastaví běh programu a zobrazí text zapsaný do okna „Hlášení“. V poli „Skok“ je možno zadat počet řádků makra, které se při nesplnění podmínky přeskočí. Nulová hodnota znamená, že se žádný skok neprovede, kladná hodnota znamená skok dopředu a jedná se tedy o podmíněný skok (lze využít pro přeskočení části makra, pokud ovládaný přístroj nějakou funkční část neobsahuje), záporná hodnota vrátí běh programu zpět a jedná se tedy o vytvoření podmíněné smyčky (lze využít při čekání na odezvu přístroje, zvláště je-li odezva dlouhá, testuje se neustále příznak, zda je přístroj připraven). Pokud je pole „Skok“ nenulové není třeba vyplňovat pole „Hlášení“, pokud se nemá žádné hlášení zobrazit. Při vytváření příkazu porovnání je nejprve nutné sestavit dva řetězce, které se mají porovnat. Řetězec se sestaví tak, že se nejprve požadovaný řetězec vybere kliknutím na jeho název („První řetězec“ nebo „Druhý řetězec“) a následně se přidávají položky „Text“, „Alternativní kód“ nebo „Proměnná“. Nejčastěji je porovnáván pevný text s obsahem proměnné „Střadač“, která je naplněna předchozím příkazem „Čtení“. Na obrázku je porovnání prvních dvou znaků proměnné „Střadač“ s textem „ON“. Pokud nejsou shodné, program skončí

chybovým hlášením „Nelze zapnout výstupní svorky“. Pro vytváření a úpravy textových řetězců platí stejná pravidla jako u příkazů „Čtení“ a „Zápis“.

### Okno pro přidání/úpravu příkazu ČÍSELNÉ POROVNÁNÍ.

Příkaz porovná dvě numerické hodnoty, a pokud jsou odlišné o více procent, než je zadáno v okně „Tolerance“, zastaví běh programu a zobrazí text zapsaný do okna „Hlášení“. V poli „Skok“ je možno zadat počet řádků makra, které se při nesplnění podmínky přeskočí. Nulová hodnota znamená, že se žádný skok neprovede, kladná hodnota znamená skok dopředu a jedná se tedy o podmíněný skok, záporná hodnota vrátí běh programu zpět a jedná se tedy o vytvoření podmíněné smyčky. Pokud je pole „Skok“ nenulové není třeba vyplňovat pole „Hlášení“, pokud se nemá žádné hlášení zobrazit. Při vytváření příkazu porovnání je nejprve nutné sestavit dva řetězce, které se mají porovnat. Řetězec se sestaví tak, že se nejprve požadovaný řetězec vybere kliknutím na jeho název („První řetězec“ nebo „Druhý řetězec“) a následně se přidávají položky „Text“, „Alternativní kód“ nebo „Proměnná“. Nejčastěji je porovnáváno číslo zadané jako pevný text s obsahem proměnné „Střadač“, která je naplněna předchozím příkazem „Čtení“. Před porovnáním program převede textové proměnné na čísla. Pro vytváření a úpravy textových řetězců platí stejná pravidla jako u příkazů „Čtení“ a „Zápis“.



### 2.3. Modul „Uživatelské funkce“

Pro kalibraci jakéhokoliv přístroje je třeba mít příslušnou kartu přístroje, kalibrační proceduru a definované funkce. Karta přístroje definuje vlastnosti použitých přístrojů. Kalibrační procedura definuje závislosti mezi přístroji a kalibrační body. Funkce jsou využívány programem interně a jejich úkolem je sesouhlasit nastavení jednotlivých přístrojů na stejnou funkci. Nové funkce je možné definovat právě tímto programovým modulem. Po instalaci programu Caliber je načtena sada základních funkcí.

Funkce se dělí na :

- *absolutní*

Absolutních funkce mají hodnoty, které začínají v pevném bodě (-200 °C) a končí v pevném bodě (+800 °C). BMC mají zadánu v jednotkách měřené veličiny. Příkladem absolutní funkce jsou teplotní rozsahy multimetrů, teploměrů apod.

- *relativní*

Relativní funkce mají hodnoty, které začínají v nule nebo téměř v nule (0 V) a končí v pevném bodě (1000 V). BMC mají zadánu v procentech. Příkladem relativní funkce jsou napěťové rozsahy multimetrů.

Nezávisle na tomto rozlišení je možné u každé funkce zvolit způsob vyhodnocení. Nastavený způsob vyhodnocení má vliv pouze na způsob vyjádření naměřených a vypočtených hodnot v kalibračním protokolu. Rozlišujeme funkce s:

- *absolutním vyhodnocením*

Odchytky a nejistoty jsou vyjádřeny v jednotkách měřené veličiny. Absolutní vyhodnocení je možné zvolit u absolutních i u relativních funkcí. Implicitní nastavení po instalaci je u všech funkcí „absolutní vyhodnocení“.

- *relativním vyhodnocením*

Odchytky a nejistoty jsou vyjádřeny v procentech. Relativní vyhodnocení je možné zvolit pouze u relativních funkcí.

Po spuštění modulu „Uživatelské funkce“ se zobrazí následující panel :

Název parametru	Jednotka
Voltage	V
Current	A
Frequency	Hz
Phase	°

Panel je určen pro editaci a vytváření funkcí. Umožňuje přístup k definicím a vlastnostem funkcí používaných programem. Funkce se dělí na **základní** (v programu jsou označeny hvězdičkou), u kterých

není povolena změna vlastností s výjimkou „BMC“ a „Způsob vyhodnocení“ a **uživatelské**, kterým je navíc povoleno měnit pole „Veličina“ a pole „S polaritou“.

V levém horním rohu je okno umožňující výběr funkce. Pravá polovina panelu je vyhrazena popisu funkce. Každá funkce je dána těmito parametry:

**Název funkce** – je tvořen maximálně deseti znaky, měl by co nejlépe danou funkci charakterizovat.

**Jednotka** – je tvořena maximálně čtyřmi znaky, musí být zapsána v základním tvaru (V, Pa, K apod.). Program k ní automaticky přidává vhodné předpony.

**S polaritou** – zatržením políčka se vyznačí, že daná funkce umožňuje nastavení kladných i záporných hodnot. Pro funkce s polaritou např. platí specifikace rozsahu 20 až 200 V pro hodnoty +20 až +200 ale také –20 až –200. Pro funkce bez polarity je třeba pro hodnoty –20 až –200 vytvořit samostatný rozsah –20 až –200V.

**Veličina** – nastavení má vliv na způsob zadání BMC a na způsob generace kontrolních bodů. Je třeba ji zadat podle typu funkce (absolutní/relativní).

**Způsob vyhodnocení** – nastavení má vliv **pouze** na tvar protokolu. Povolená chyba, odchylka a nejistota měření mohou být vyhodnoceny jako relativní nebo jako absolutní. U implicitně definovaných funkcí je dána přednost absolutnímu vyhodnocení.

**BMC** – udává nejlepší schopnost měření dané laboratoře. Pokud je pro danou funkci vyhodnocena nejistota měření lepší, než je BMC, je vyhodnocená nejistota v protokolu nahrazena číslem zde uvedeným. Tuto položku je možné měnit i u základních funkcí označených hvězdičkou. Každá laboratoř by měla po instalaci programu doplnit kolonku BMC u všech funkcí podle svých schopností měření. BMC je možné zadat buď relativně, nebo absolutně – záleží na tom, je-li daná funkce relativní nebo absolutní.

**Název parametru** – položka je tvořena maximálně deseti znaky a není povinná. Vyskytuje se pouze u funkcí s tzv. vedlejším parametrem (např. střídavé napětí, kde vedlejším parametrem je kmitočet). Těchto parametrů může funkce obsahovat více.

Na dolním okraji okna jsou umístěny ovládací klávesy:



**Nový** – přidá novou uživatelskou funkci.



**Uložit** – zapíše do souboru (databáze) upravovanou tabulku funkcí.



**Import** – importuje do programu funkce vytvořené pomocí tlačítka „Export“. Při importu je kontrolováno, jestli daná funkce v systému existuje. Seznam se rozšíří pouze o funkce, které mají odlišnou definici.

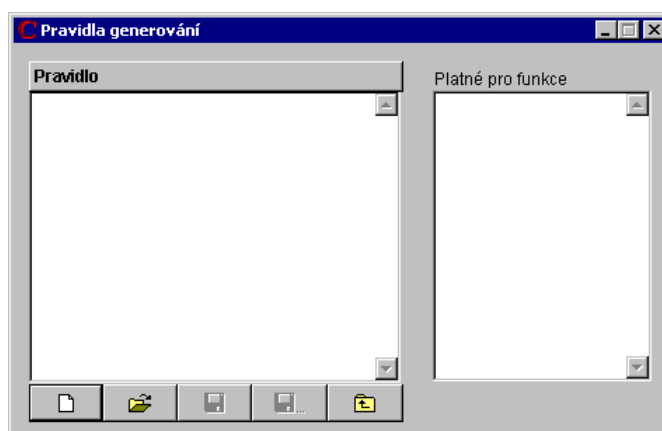


**Export** – exportuje funkce ve formátu „fce“. Formát je vhodný pro přenos definic funkcí mezi uživateli.

Export a import však nejsou často používané klávesy, neboť definice funkcí se přenáší automaticky s procedurou ve formátu „pre“. Pokud dojde k importu procedury, která obsahuje novou funkci, je tato funkce automaticky přidána do programu.

## 2.4. Modul „Pravidla generování“

Po spuštění modulu „Pravidla generování“ se zobrazí následující panel :



Panel je určen pro vytváření a editaci pravidel podle kterých automaticky generuje průvodce modulu “Procedura” kontrolní body. Program umožňuje vytvořit více “Pravidel” a uložit je pod svými názvy. Při tvorbě nové procedury je možné v průvodci stanovit podle které sady “Pravidel” budou body generovány. Je vhodné mít např. jiná pravidla pro kontrolu zdrojů a jiná pro kontrolu měřidel.




Po instalaci obsahuje program základní sadu “pravidel” pro generaci kontrolních bodů, obsaženou v souboru “default.gen”. Soubor obsahuje následující pravidla :

- pravidlo VDC-2W pro stejnosměrná napětí (funkce VDC-2W, VDC-4W)
- pravidlo VAC-2W pro střídavá napětí (funkce VAC-2W, VAC-4W)
- pravidlo IDC pro stejnosměrné proudy a kmitočty (funkce IDC, FREQ1)
- pravidlo IAC pro střídavé proudy (funkce IAC)
- pravidlo RDC-2W pro stejnosměrné odpory a kapacity (funkce RDC-2W, RDC-4W, C-2W, C-4W)

*Poznámka: Bez použití „Pravidel“ není možné automaticky vygenerovat kalibrační proceduru. Pravidla nelze vytvářet pro funkce, které mají více než jeden parametr, proceduru je pak nutno sestavovat individuálně.*

V levém horním rohu je stavové okno. Zobrazuje strukturu načtených pravidel – název pravidla (název funkce), stupnice, typ rozsahu a kontrolní body. Napravo jsou zobrazeny funkce, pro které dané pravidlo platí.

Na dolní liště „Stavového okna“ jsou umístěny ovládací klávesy:

-  **Nový** – vytvoří nový soubor pravidel pro generaci bodů.
-  **Otevřít** – načte již vytvořený soubor pravidel.
-  **Uložit** – zapíše do souboru (databáze) upravovaný soubor pravidel.



**Uložit jako** – zapíše do souboru (databáze) upravovaný soubor pravidel pod novým názvem.



**Nahoru** – používá se pro posun o jednu úroveň v hierarchii „pravidlo – stupnice – typ rozsahu – hodnoty“. Vnořování (posun o úroveň dolů) se provádí poklepnutím myši na vybranou položku.

### 2.4.1. Tvorba „pravidel“ pro generaci bodů

Soubor pravidel má následující strukturu:

**Pravidlo** – název je odvozen od názvu funkce. Jedno pravidlo může platit pro více funkcí. Dvojitým kliknutím myši nad libovolným pravidlem ve stavovém okně se posuneme o úroveň níže – na stupnici.

**Stupnice** – popisuje délku stupnice (počet digitů) testovaného přístroje. Zdroje, které nemají délku stupnice na kartě přístroje uvedenu, se chovají jako by jejich stupnice měla délku 2000 digitů. Přístroje s delší stupnicí mají zpravidla více kontrolních bodů než přístroje se stupnicí kratší. Stupnici může uživatel definovat zcela libovolně a pro každou funkci lze vytvořit několik stupnic s odlišnými pravidly generace bodů. Doporučený postup pro sestavování kalibračních bodů je možné nalézt v doporučení EA-10/15.

**Typ rozsahu** – charakterizuje rozsah na základě jeho umístění vzhledem k ostatním rozsahům. Typy rozsahů jsou:

**Nejvyšší** – nejvyšší rozsah pro danou funkci. U většiny multimetrů je nejvyšším rozsahem na funkci VDC-2W rozsah 1000V.

**Nejnižší** – nejnižší rozsah pro danou funkci.

**Prostřední** – rozsah, který je uprostřed (pro napětí často rozsah 20V). Pokud je počet rozsahů sudý, za prostřední se považuje vyšší ze dvou středních rozsahů.

**Specifický** – rozsah, který je zadaný pevným intervalem měřené veličiny. Např. rozsah vyšší než 100 V nebo rozsah menší než 200 Ohmů. Lze zadat také platnost pro rozsahy v rozmezí 30V až 150V apod.

**Běžný** – vyhoví pro všechny rozsahy. Tomuto typu rozsahu je třeba přiřadit nejnižší prioritu.

*Poznámka: Typy rozsahů byly stanoveny na základě doporučení EA-10/15.*

Při generaci procedury program prochází všechny definované typy rozsahů a použije první nalezený, který vyhovuje požadovanému rozsahu. Prakticky to znamená, že priorita rozsahů (pořadí při vyhodnocení) je dána pořadím, ve kterém jsou typy rozsahů definovány. Pokud je třeba pořadí rozsahů změnit, lze to provést ve stavovém okně. Zaměříme ukazovátko myši na políčko pro posun, umístěné nalevo u každého typu rozsahu. Stiskneme levou klávesu myši, držíme ji stisknutou a posunem myši nahoru nebo dolů přemístíme zvolený typ rozsahu.

**Hodnoty** – pro daný typ rozsahu definuje kontrolní body. Kontrolní body jsou vloženy do procedury v pořadí, v jakém jsou zde uvedeny. Změnit pořadí bodů lze pomocí levého tlačítka myši.

Způsob přidání funkcí, rozsahů, bodů a ovládání modulu je stejné jako u modulu „Procedura“. Nabídku lze vždy vyvolat stiskem pravé klávesy myši nad zvolenou položkou. Položku lze potom „Přidat“, „Upravit“, případně „Odstranit“.

Standardně dodávaná pravidla „Default.gen“ mají pro generování kontrolních bodů pro funkci stejnosměrné napětí tyto definice:

Pro multimetry do 15000 digitů včetně se na prostředním rozsahu generují kontrolní body 10%, 50%, 90%, -10%, -90% rozsahu a pro ostatní rozsahy body 10%, 90%, -90% rozsahu.

Pro multimetry od 15000 digitů do 25000 digitů včetně se na prostředním rozsahu generují kontrolní body 10%, 30%, 50%, 70%, 90%, -10%, -90% rozsahu a pro ostatní rozsahy body 10%, 90%, -90% rozsahu.

Pro multimetry od 25000 digitů do 15000000 digitů včetně se na rozsahu > 200V generují kontrolní body 10%, 50%, 90%, -90% rozsahu, na prostředním rozsahu generují kontrolní body 10%, 30%, 50%, 70%, 90%, -10%, -90% rozsahu a pro ostatní rozsahy body 10%, 90%, -90% rozsahu.

Pro multimetry nad 15000000 digitů se na rozsahu > 200V generují kontrolní body 10%, 50%, 90%, -90% rozsahu, na prostředním rozsahu generují kontrolní body 10%, 30%, 50%, 70%, 90%, -10%, -90% rozsahu a pro ostatní rozsahy body 10%, 50%, 90%, -90% rozsahu.

## 2.5. Postup měření

U každého bodu probíhá měření v těchto krocích:

- a) Nastavení automatizovaného přepínače svorek (pokud je použit).
- b) Nastavení funkce a rozsahu na převodnicích (pokud jsou použity).
- c) Nastavení funkce a rozsahu na měřidlech.
- d) Nastavení funkce, rozsahu a hodnoty na zdrojích.
- e) Zapnutí výstupních svorek zdrojů (pokud je touto možností zdroj vybaven).
- f) Dostavení zdroje při kontrole analogového měřidla (podmínkou je použití UUT jako analogového měřidla).
- g) Načtení všech hodnot převodníků (pokud jsou použity).
- h) Načtení etalonové hodnoty. Pokud je ve funkci etalonu zdroj provede se jedno měření (načte se hodnota nastavená na zdroji). Pokud je etalonem měřidlo, provede se sada odměrů.

*Poznámka: Pokud je etalonové měřidlo ovládáno manuálně, provede se polovina z počtu odměrů zapsaných v položce „Počet odměrů etalonu“. Pokud je počet odměrů liché číslo, provede se polovina odměrů zaokrouhlená nahoru.*

*Pokud je etalonové měřidlo ovládáno jinak než manuálně, provede před vlastní sadou odměrů jeden odměr navíc. Tento první odměr se do dalšího vyhodnocení nezapočítává.*

- i) Načtení hodnoty kontrolovaného přístroje. Pokud je kontrolovaným přístrojem zdroj, provede se jedno měření (načte se hodnota nastavená na zdroji). Pokud je kontrolovaným přístrojem měřidlo, provede se sada odměrů.

*Poznámka: Pokud je kontrolované měřidlo ovládáno manuálně, provede se počet odměrů zapsaný v položce „Počet odměrů UUT“. Pokud je etalonové měřidlo ovládáno jinak než manuálně, provede před vlastní sadou odměrů jeden odměr navíc. Tento první odměr se do dalšího vyhodnocení nezapočítává.*

- j) Pokud je etalonem měřidlo, provede se sada odměrů etalonovým měřidlem. Jako etalonová hodnota je dosazen průměr z obou sad měření (body h, j).

*Poznámka: Etalonovým měřidlem se provede polovina z počtu odměrů zapsaných v položce „Počet odměrů etalonu“. Pokud je počet odměrů liché číslo, provede se polovina odměrů zaokrouhlená dolů. Počet odměrů není závislý na způsobu ovládání přístroje.*

- k) Provedou se výpočty a kontroly odměrů na rozptyl hodnot (viz. dále) a pokud je shledána nesrovnalost, opakuje se postup od bodu h.
- l) Vypnou se výstupní svorky zdrojů (pokud je touto možností zdroj vybaven).

*Poznámka: Pokud je uživatelem přerušena program uprostřed provádění popsaného postupu (stisk klávesy ESC při kalibraci), vždy se provede odpojení výstupních svorek zdroje.*

Pokud se při vyhodnocení vyskytne hrubá chyba (odchylka 5x větší než povolená chyba), program se zastaví (implicitní globální nastavení procedury) a umožňuje kontrolu bodu opakovat. Pokud je procedura nastavena tak, aby i při hrubé chybě pokračovala, přejde program k dalšímu kontrolovanému bodu.

Postup měření lze uživatelsky změnit pomocí panelu „Režim měření“, který je dostupný ve stavovém okně procedury. Postup měření lze takto změnit pro jeden kalibrační bod, rozsah, funkci nebo celou proceduru.

## 2.6. Výpočet chyb a nejistot měření

### 2.6.1. Použité zkratky

#### L1

Chyba z měřené hodnoty, uvedená na kartě přístroje [%] (např. 0.1%).

#### L2

Chyba z měřicího rozsahu, uvedená na kartě přístroje [%] (např. 0.05%).

#### L3

Absolutní chyba v jednotkách měřené veličiny, uvedená na kartě přístroje (např. 5mV).

#### L4

Absolutní chyba v počtech digitů, uvedená na kartě přístroje (např. 2 digity).

#### Rng\_u

Koncová hodnota rozsahu testovaného přístroje v jednotkách měřené veličiny, uvedená na kartě kontrolovaného přístroje (např. 20V).

#### Dig\_u

Rozlišení jednoho digitu testovaného měřidla v jednotkách měřené veličiny. Může být uvedeno přímo na kartě přístroje nebo se vypočte z počtu digitů a rozsahu (rozsah / počet digitů), (např. 100mV/digit).

#### Dig\_s

Rozlišení jednoho digitu etalonového měřidla v jednotkách měřené veličiny (pokud je použit převodník, tak po přepočtu převodníkem). Může být uvedeno přímo na kartě přístroje nebo se vypočte z počtu digitů a rozsahu (rozsah / počet digitů), (např. 10mV/digit).

#### Dig\_sa

Rozlišení jednoho digitu pomocného etalonového měřidla v jednotkách měřené veličiny (pokud je použit převodník, tak po přepočtu převodníkem). Může být uvedeno přímo na kartě přístroje nebo se vypočte z počtu digitů a rozsahu (rozsah / počet digitů), (např. 10mV/digit).

#### Dmax\_u

Mezní chyba testovaného přístroje vyjádřená v jednotkách měřené veličiny. Vypočte se na základě údajů uvedených na kartě přístroje (viz kapitola 2.6.2 Výpočet chyb měření), (např. 100mV).

#### Dmax\_s

Mezní chyba etalonu vyjádřená v jednotkách měřené veličiny (pokud je použit převodník, tak po přepočtu převodníkem). Vypočte se na základě údajů uvedených na kartě přístroje (viz kapitola 2.6.2 Výpočet chyb měření), (např. 10mV).

#### Dmax\_sa

Mezní chyba pomocného etalonu vyjádřená v jednotkách měřené veličiny (pokud je použit převodník, tak po přepočtu převodníkem). Vypočte se na základě údajů uvedených na kartě přístroje (viz kapitola 2.6.2 Výpočet chyb měření), (např. 10mV).



**Dmax\_c**

Mezní chyba reálného převodníku vyjádřená v jednotkách měřené veličiny. Vypočte se na základě údajů uvedených na kartě převodníku, převedených vlastní převodní funkcí na měřenou veličinu, (viz kapitola 2.6.2 Výpočet chyb měření). Tato chyba je rovna nule pokud se jedná o převodník kontrolovaný, případně o převodník virtuální (pouze provádí matematickou operaci a neovlivňuje měřenou veličinu).

**Xu**

Hodnota změřená (nastavená) testovaným přístrojem. Hodnota ( $X_u$ ) je u testovaného zdroje rovna hodnotě nastavené, u testovaného měřidla je vypočtena jako průměr z  $j$  měření  $a_j$ , z nichž jsou vyloučeny hrubé chyby.

$$X_u = \Sigma a_j / j$$

**Xs**

Hodnota změřená (nastavená) etalonem (pokud je použit převodník, tak po přepočtu převodníkem). Hodnota ( $X_s$ ) je u etalonových zdrojů rovna hodnotě nastavené, u etalonových měřidel je vypočtena jako průměr z  $j$  měření  $a_j$ , z nichž jsou vyloučeny hrubé chyby.

$$X_s = \Sigma a_j / j$$

**Xsa**

Hodnota změřená (nastavená) pomocným etalonem (pokud je použit převodník, tak po přepočtu převodníkem). Hodnota ( $X_{sa}$ ) je u etalonových zdrojů rovna hodnotě nastavené, u etalonových měřidel je vypočtena jako průměr z  $j$  měření  $a_j$ , z nichž jsou vyloučeny hrubé chyby.

$$X_{sa} = \Sigma a_j / j$$

Poznámka: pomocný etalon se většinou používá pro změření výstupu testovaného převodníku.

**Identifikace hrubé chyby** se u měřených hodnot provádí na základě porovnání:

$$|a_j - X| > 2.5 * z_{aj}$$

kde  $z$  je střední kvadratická odchylka

$$z_{aj} = \sqrt{(\Sigma (a_j - X)^2 / j)}$$

a  $X$  jsou hodnoty  $X_u$ ,  $X_s$  nebo  $X_{sa}$ .

Pokud je výše uvedená podmínka splněna pro libovolný odměr  $a_j$ , opakuje se celý postup měření v daném kontrolním bodě. Pokud sada odměrů nevyhoví ani při třetím opakování, je použita a v protokolu se na konci příslušného řádku objeví poznámka „~“ - nestabilní.

### 2.6.2. Výpočet chyb UUT

Způsob výpočtu chyby je pevně určen programem. Interně provádí program všechny výpočty v jednotkách měřené veličiny. Pokud je vyžadováno relativní vyjádření, provede se přepočítání podle pravidel uvedených v kapitole 2.6.4 Relativní vyjádření hodnot.

**Povolená velikost chyb** je určena následujícím vztahem:

$$D_{max\_u} = |X_u| * L1 / 100\% + R_{ng\_u} * L2 / 100\% + L3 + Dig\_u * L4$$

Poznámka: podobně se vypočítají mezní chyby všech ostatní přístrojů ( $D_{max\_s}$ ,  $D_{max\_sa}$ ,  $D_{max\_c}$ ). Pokud je použit převodník, výsledek se převede na jednotky měřené veličiny.

**Chyba testovaného přístroje** se vypočte ze vztahu:

$$d = X_u - X_s \quad \text{v případě kontroly zdroje nebo měřidla}$$

nebo

$$d = X_{sa} - X_s \quad \text{v případě kontroly převodníku}$$

### 2.6.3. Výpočet nejistot měření

Způsob výpočtu nejistot měření je pevně určen programem, na základě EA-4/02. Interně provádí program všechny výpočty v jednotkách měřené veličiny. Pokud je vyžadováno relativní vyjádření, provede se přepočítání podle pravidel uvedených v kapitole 2.6.4 Relativní vyjádření hodnot. Pokud je vypočtená chyba měření v intervalu 'mezní povolená chyba +/- nejistota', označí se příslušný řádek znakem „?““. V rámci „Globálních nastavení“ procedury je možné znak „?““ zaměnit za jiný znak (nastavení se provede v okně „Nevyhovět v pásmu“). Stejně tak je možné vyřadit nejistotu z vyhodnocení měření vybráním parametru „žádný“.

Ke každému bodu je vypočtena **standardní rozšířená nejistota měření**.

$$U = k_u * u_c$$

kde

$k_u$  - koeficient rozšíření, zadaný řídicím souborem (implicitně  $k_u=2$ )

$u_c$  - kombinovaná standardní nejistota, stanovená ze vztahu

$$u_c = \sqrt{u_a^2 + u_b^2 + u_{ud}^2 + u_{ua}^2 + u_{sd}^2 + u_{sa}^2 + u_{sb}^2 + u_{td}^2 + u_{ta}^2 + u_{tb}^2 + u_{cb}^2}$$

**u<sub>a</sub>** - obecná nejistota typu A. Použije se pouze v případě, že program do výpočtů nezahrne nějaký ze zdrojů nejistot typu A. Lze ji individuálně nastavit pro každou kontrolovanou funkci, rozsah nebo bod. V drtivé většině případů vyhoví implicitní hodnota 0.0. Tuto nejistotu zadá uživatel na panelu „Přídavné nejistoty“. U absolutních veličin je nejistota rovna uživatelem zadané hodnotě. U relativních veličin je dána vztahem:

$$u_a = \text{hodnota zadaná uživatelem} * |X_s| / 100$$

**u<sub>b</sub>** - obecná nejistota typu B. Použije se pouze v případě, že program do výpočtů nezahrne nějaký ze zdrojů nejistot typu B. Lze ji individuálně nastavit pro každou kontrolovanou funkci, rozsah nebo bod. Pokud nejistota není uživatelem definována a kontrolovaným přístrojem je analogové měřidlo, program automaticky dosadí nejistotu podle povolené chyby měřidla podle následujícího vzorce:

$$u_b = D_{\max\_u} / (\sqrt{3} * 10)$$

Pokud nejistotu zadá uživatel na panelu „Přídavné nejistoty“, pak u absolutních veličin je nejistota rovna uživatelem zadané hodnotě. U relativních veličin je dána vztahem:

$$u_b = \text{hodnota zadaná uživatelem} * |X_s| / 100$$

**u<sub>ud</sub>** - nejistota způsobená konečnou rozlišovací schopností testovaného měřidla (pokud je testovaným měřidlem zdroj, hodnota je nulová)

$$u_{ud} = 0.29 * Dig\_u$$

**u<sub>ua</sub>** - nejistota typu A určená z j měření a<sub>j</sub> testovaného měřidla

$$u_{ua} = \sqrt{(\sum(a_j - X_u)^2) / (j * (j - 1))}$$

**u<sub>sd</sub>** - nejistota způsobená konečnou rozlišovací schopností etalonového měřidla, (pokud je etalonem zdroj, hodnota je nulová)

$$u_{sd} = 0.29 * Dig\_s$$

**u<sub>sa</sub>** - nejistota typu A určená z j měření a<sub>j</sub> etalonového měřidla, (pokud je etalonem zdroj, hodnota je nulová)

$$u_{sa} = \sqrt{(\sum(a_j - X_s)^2) / (j * (j - 1))}$$

**u<sub>sb</sub>** - nejistota způsobená mezní chybou etalonu

$$u_{sb} = D_{\max\_s} / \sqrt{3}$$

**u<sub>td</sub>** - nejistota způsobená konečnou rozlišovací schopností pomocného etalonového měřidla, (pokud je pomocným etalonem zdroj, hodnota je nulová)

$$u_{td} = 0.29 * Dig\_sa$$

**u<sub>ta</sub>** - nejistota typu A určená z j měření a<sub>j</sub> pomocného etalonového měřidla, (pokud je pomocným etalonem zdroj, hodnota je nulová)

$$u_{ta} = \sqrt{(\sum(a_j - X_{sa})^2) / (j * (j - 1))}$$

**u<sub>tb</sub>** - nejistota způsobená mezní chybou pomocného etalonu

$$u_{tb} = D_{max\_sa} / \sqrt{3}$$

**u<sub>cb</sub>** - nejistota způsobená mezní chybou převodníku zařazeného k etalonu

$$u_{cb} = D_{max\_c} / \sqrt{3}$$

#### 2.6.4. Relativní vyjádření hodnot

Interně provádí program všechny výpočty v jednotkách měřené veličiny. Pokud je vyžadována interpretace v relativních hodnotách, jsou hodnoty absolutní přepočteny na relativní, vztažené k hodnotě etalonu (Xs). Převod se provádí podle vzorce:

$$\text{Relativni} = \text{Absolutni} * 100\% / |Xs|$$

V případě, že Xs je menší, než jedna setina měřicího rozsahu, přechází program při relativním vyhodnocení k vyjádření hodnoty vzhledem k rozsahu měřeného přístroje (Rng\_u). Tato skutečnost je potom vyznačena v protokolu písmenem „R“ na konci příslušného řádku:

$$\text{Relativni(rozsah)} = \text{Absolutni} * 100\% / \text{Rng\_u}$$

## 2.7. Formát protokolu

Formát protokolu o kontrole je pevně dán v programu včetně příslušného záhlaví. Ke každému řádku je stanovena nejistota měření a je uvedeno, zda dané měření vyhovuje specifikaci měřeného přístroje. Podstatnou složku nejistoty měření tvoří přesnost etalonu. Přesný výpočet viz kapitoly 2.5 a 2.6. Na konci každého řádku se mohou objevit tyto znaky:

- \* chyba naměřená je větší než chyba povolená (v rámci „Globálních nastavení“ procedury lze nastavit i jiný znak)
- ~ naměřená hodnota je nestabilní (viz kap. 2.5)
- R veškeré chyby a nejistoty jsou vztaženy k rozsahu
- ? chyba naměřená je v intervalu mezní chyba +/- nejistota měření (v rámci „Globálních nastavení“ procedury lze nastavit i jiný znak)
- ok pokud je kontrolní bod v pořádku

Ukázka protokolu:

Funkce	Rozsah	Etalon	UUT	Odchylka	%spe	Povoleno	Nejistota	
VDC-2W	200 mV	20.0 mV	20.0 mV	-0 uV	0	200 uV	62 uV	ok
VDC-2W	200 mV	180.0 mV	180.6 mV	620 uV	62	1003 uV	71 uV	ok
VDC-2W	200 mV	-180.0 mV	-180.7 mV	-690 uV	-69	1003 uV	69 uV	ok
VDC-2W	2 V	0.200 V	0.200 V	-0.00 mV	0	2.00 mV	0.58 mV	ok
VDC-2W	2 V	1.800 V	1.807 V	7.00 mV	70	10.04 mV	0.58 mV	ok
VDC-2W	2 V	-1.800 V	-1.807 V	-6.80 mV	-68	10.03 mV	0.64 mV	ok
VDC-2W	20 V	2.00 V	2.00 V	0.0 mV	0	20.0 mV	5.8 mV	ok
VDC-2W	20 V	10.00 V	10.04 V	40.0 mV	66	60.2 mV	5.8 mV	ok
VDC-2W	20 V	18.00 V	18.07 V	70.0 mV	70	100.4 mV	5.8 mV	ok
VDC-2W	20 V	-2.00 V	-2.00 V	0.0 mV	0	20.0 mV	5.8 mV	ok
VDC-2W	20 V	-18.00 V	-18.07 V	-71.0 mV	-71	100.4 mV	6.1 mV	ok
VDC-2W	200 V	20.0 V	20.1 V	100 mV	50	201 mV	58 mV	ok
VDC-2W	200 V	180.0 V	180.8 V	830 mV	83	1004 mV	65 mV	ok

- Funkce** - funkce testovaného přístroje (VDC-2W, VAC-2W, IDC, .....).
- Rozsah** - rozsah testovaného přístroje. Program automaticky vytvoří předponu veličiny jednotky, kterou lze změnit ve stavovém okně procedury pomocí panelu „Předpona veličiny“.
- Etalon** - kontrolní bod (jeho etalonová hodnota), doplněný vedlejším parametrem. Pokud je parametrů více a jejich hodnoty nelze do šířky pole „Etalon“ zapsat, vytvoří se odkaz (\*) a parametry se zapíše jako poznámka do následujícího řádku výstupního protokolu. Jednotky včetně předpony jsou určeny podle rozsahu. Počet zobrazených míst je omezen nejistotou měření (pokud je nejistota zobrazena s rozlišením na 10 mV, je také etalonová hodnota zobrazena s tímto rozlišením). U měřidel je počet míst navíc omezen počtem míst displeje testovaného měřidla. Pro výsledné zobrazení je použito to pravidlo, které stanovuje menší rozlišení. Počet zobrazených míst i předponu veličiny lze změnit na panelu „Zaokrouhlování“

<b>UUT</b>	- hodnota naměřená testovaným přístrojem (aritm. průměr více měření). Jednotky včetně předpony jsou určeny podle rozsahu. Počet zobrazených míst je omezen nejistotou měření (pokud je nejistota zobrazena s rozlišením na 10 mV, je také etalonová hodnota zobrazena s tímto rozlišením). U měřidla je počet míst navíc omezen počtem míst displeje testovaného měřidla. Pro výsledné zobrazení je použito to pravidlo, které stanovuje menší rozlišení. Počet zobrazených míst i předponu veličiny lze změnit pomocí panelu „Zaokrouhlování“.
<b>Odchylka</b>	- chyba testovaného přístroje (viz kapitola 2.5). Počet zobrazených číslic je dán nejistotou měření. Pokud je použito absolutní vyhodnocení mají použité jednotky předponu o řád nižší než rozsah. Počet zobrazených míst i předponu veličiny lze změnit pomocí panelu „Zaokrouhlování“.
<b>% spe</b>	- procento čerpání specifikace (= $\text{Odchylka} / \text{Povoleno} * 100 \%$ ). Hodnota je zobrazena na jednotky procent. Pokud je čerpání specifikace větší než 999 %, je uvedena hodnota 999%.
<b>Povoleno</b>	- mezní povolená chyba testovaného přístroje. Počet zobrazených číslic je dán nejistotou měření. Pokud je použito absolutní vyhodnocení mají použité jednotky předponu o řád nižší než rozsah. Počet zobrazených míst i předponu veličiny lze změnit pomocí panelu „Zaokrouhlování“.
<b>Nejistota</b>	- rozšířená nejistota měření pro $k_u = xxx$ (viz kapitola 2.5). Počet zobrazených číslic je omezen na dvě platná místa. Pokud je použito absolutní vyhodnocení, mají použité jednotky předponu o řád nižší než rozsah. Počet zobrazených míst i předponu veličiny lze změnit pomocí panelu „Zaokrouhlování“.

## 2.8. Testovací procedura

Součástí dodávky programu je testovací procedura „TEST“. Tato procedura umožňuje provést kontrolu všech důležitých funkcí programu „Caliber“, jako je správnost interpretace procedury, správnost výpočtu chyb, nejistot měření apod. Testovací procedura nevyužívá žádné přístroje.

Při kontrole činnosti programového vybavení postupujeme následujícím způsobem. Spustíme kalibraci podle procedury „TEST“. Pokud pracujeme v prostředí WinQbase je vhodné založit pro účely testování samostatný evidenční list. Dále se řídíme dle pokynů programu. Na výzvu programu „Zapište hodnotu přístroje“ zadáme postupně body z následující tabulky:

Funkce, kontrolní bod	Zadaná hodnota
V-DC, 10.0 V	10.01
A-AC, 1.0 A	0.98
O-2W, 100 Ω	100.0

Testovací procedura proběhne zcela automaticky a jejím výsledkem je kalibrační list s těmito naměřenými hodnotami:

Funkce	Rozsah	Etalon	UUT	Odchylka %spe	Povoleno	Nejistota
VDC-2W	20 V	10.000 V	10.010 V	10 mV  50	20 mV	13 mV  ?
IAC	2 A	1.0000 A; 60 Hz	0.9800 A	-20.0 mA -999	2.0 mA	1.3 mA  *
RDC-2W	200 Ohm	100.00 Ohm	100.00 Ohm	0 mOhm  0	200 mOhm	127 mOhm  ok

? ... chyba naměřená je v intervalu mezní chyba ± nejistota měření  
 \* ... nevyhovuje  
 ok ... vyhovuje

Porovnáme naměřený protokol s výše uvedeným vzorovým. Pokud bychom zjistili nějaké odlišnosti, je třeba se přesvědčit, že nedošlo k přepisu (narušení) procedury „TEST“.

Dle vlastního uvážení je možné testovací protokoly evidovat. Pokud budeme tyto výsledky kontrol ukládat pravidelně, získáme možnost zpětně se přesvědčit o správné činnosti programu.

*Poznámka: Před prvním použitím je třeba testovací proceduru nainportovat (soubor „test.pre“).*

## 2.9. Registrace programu

Počítač, na kterém se spouští Caliber po startu kontroluje Registrační kód a v případě, že registrační kód neexistuje (Caliber není zaregistrován) nebo je neplatný, přechází program do omezeného demonstračního módu. Každý registrační kód obsahuje i dobu platnosti, po kterou je možné program aktualizovat, jestliže je nainstalována novější verze programu Caliber, než kterou podporuje registrační kód, program automaticky přejde do demonstračního módu, i když předchozí registrační kód byl platný pro starší verzi programu.

### **Demonstrační verze**

Po instalaci se program Caliber automaticky spouští v demonstračním módu. Tento mód neumožňuje uložení a tisk kalibračního protokolu. Není rovněž možno využívat modul kamerového snímání „CamOCR“. Program označuje tento mód jako „Demonstrační mód“.

### **Omezená verze**

Tento mód vyžaduje přítomnost kalibrátoru firmy Meatest při běhu kalibrační procedury a současně registraci programu s platným registračním kódem, vázaným na jednotlivý typ kalibrátoru. Omezený mód umožňuje využívat plně všech vlastností programu (mimo modulu CamOCR, pokud není zakoupen). Program označuje tento mód jako „Omezený mód“.

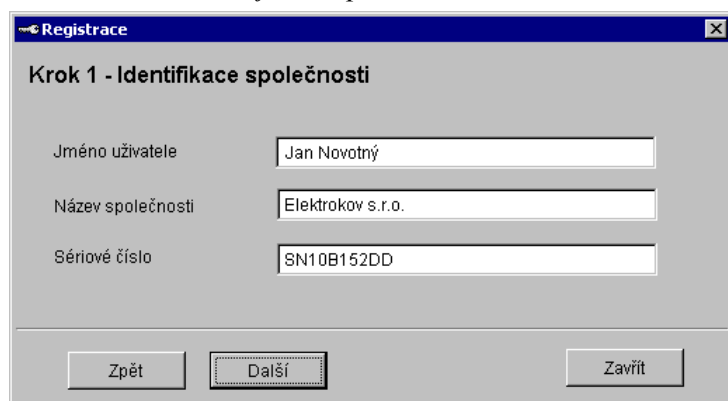
### **Plná verze**

Tento mód vyžaduje pouze zadání platného registračního kódu a není nijak vázán na typ kalibrátoru. Umožňuje využívat všech vlastností programu (modul CamOCR jen v případě, že je zakoupen) bez omezení. Program tento mód nijak neoznačuje.

### **Registrace programu**

Program je možno zaregistrovat po jeho spuštění pomocí nabídky „Nápověda“ a aktivací položky „Co je“. V této chvíli se zobrazí panel, na kterém je uvedena verze programu a název společnosti, pro kterou je program licencován (pokud program není zaregistrován, je zde uvedeno „Demonstrační mód“). Registrace se provádí pomocí tlačítka „Registrace“. Zobrazí se panel průvodce registrací. Registrace sestává ze tří kroků:

#### *Krok 1 – Identifikace společnosti*



Registrace

**Krok 1 - Identifikace společnosti**

Jméno uživatele: Jan Novotný

Název společnosti: Elektrokov s.r.o.

Sériové číslo: SN10B152DD

Zpět    Další    Zavřít



Zadá se jméno uživatele a název společnosti na kterého má být licence registrována. Dále se zadá sériové číslo, které zákazník získá z „Licenční smlouvy“, kterou obdrží při koupi programu.

### *Krok 2 – Vytvoření klíče*

V tomto kroku se automaticky vygeneruje Identifikační klíč a zobrazí se v okně spolu s dalšími informacemi z předchozího kroku. Tyto informace je nutné zaslat na emailovou adresu [register@meatest.cz](mailto:register@meatest.cz) pro získání registračního kódu. Je možno využít tlačítka „Poslat email“, kde program požadované informace předvyplní, ale email neodešle – čeká na potvrzení uživatelem. Pokud nelze email automatizovaně vytvořit, přepište identifikační údaje do těla emailu. Údaje lze zkopírovat stiskem kláves Ctrl + C.

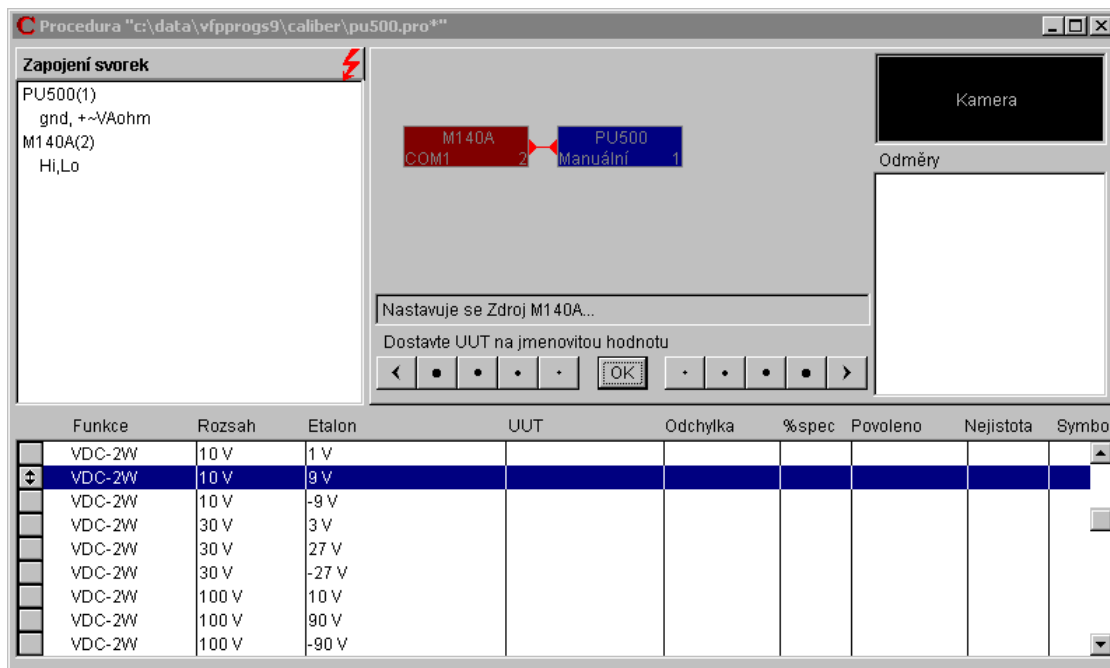
### *Krok 3 – Zadání registračního kódu*

Po obdržení registračního kódu (25 znaků), se tento kód zadá do pěti políček. Pokud ke kódu přísluší seznam registrovaných přístrojů (platí pro "Omezený mód" Caliber), zapíše se do pole "Registrované přístroje". Po stisku tlačítka „Registrovat“ program ověří správnost kódu. Tím je registrace dokončena. V případě, že je již program zaregistrován a je potřeba jej registrovat znovu (např. z důvodu instalace novější verze programu nebo zakoupením modulu CamOCR), není nutné znovu provádět kroky 1 a 2 a lze rovnou přistoupit ke kroku 3 – registraci.

## 2.10. Speciální typy kalibrací

### 2.10.1. Analogové přístroje

Program Caliber umožňuje od verze 1.15 provádět kontrolu analogových měřících přístrojů. Pro tuto kontrolu je vyžadován nastavitelný zdroj signálu s dostatečnou rozlišovací schopností pro plynulé nastavení měřidla. Např. kontrolu odporových rozsahů není možné provádět pomocí etalonových odporů, je však možné použít odporovou dekádu.

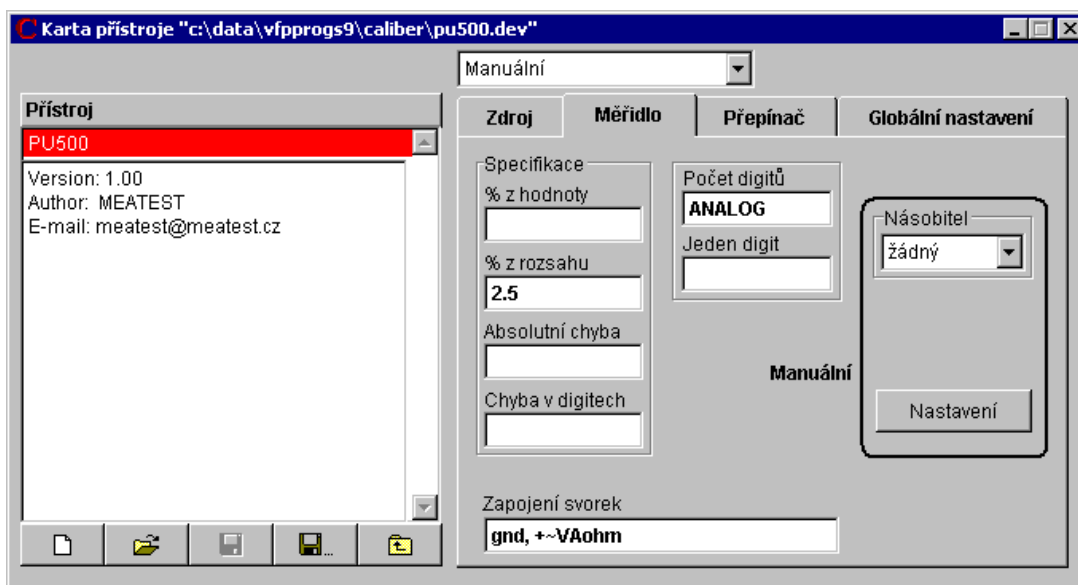


Při kontrole analogových měřidel umožňuje program plynule dostavit každý kontrolní bod na zdroji signálu tak, aby ručka měřidla byla v zákrytu s ryskou kontrolního bodu. Dostavení zdroje lze provést **pomocí myši**. Slouží k tomu jedenáct kláves umístěných v okně „Pokyny pro obsluhu“. Pomocí pěti kláves s vyznačenou šipkou vlevo se nastavená hodnota snižuje, pomocí pětice kláves napravo se hodnota zvyšuje. Klávesy mají různou citlivost. Největší krok (odpovídající třídě kontrolovaného měřidla) mají vnější klávesy. Sousední klávesy mají vždy velikost kroku 4x nižší. Po dostavení analogového přístroje na kontrolní bod stiskne obsluha tlačítko s nápisem OK a program odečte konvenčně pravou hodnotu měřené veličiny z etalonového přístroje. Z rozdílu hodnot se vypočte odchylka měřidla. Dostavení lze provést také **pomocí klávesnice**. Šipky klávesnice „nahoru“ a „dolu“ jsou určeny pro změnu kroku dostavení, šipky „vlevo“ a „vpravo“ potom snižují nebo zvyšují výstupní napětí kalibrátoru. Pokud je prováděna kontrola analogového přístroje pomocí **zdroje s manuálním nastavením**, nezobrazuje se výše uvedená obrazovka. Dostavení zdroje se samozřejmě provádí přímo a ne pomocí počítače.

Při výpočtu nejistot se k vypočtené nejistotě měření (viz. kapitola 2.6) připočítá nejistota typu A způsobená nepřesností čtení analogového přístroje. Program tuto nejistotu stanoví jako 10% z povolené chyby měřidla. Pokud má laboratoř stanovenou jinou nepřesnost čtení ručky, je možné využít nastavení nejistot přímo v kalibrační proceduře (viz. kapitola 2.1.1).

**Kontrolní body** pro analogová měřidla je třeba stanovit individuálně podle typu přístroje. Zásadně by se měla kontrola provádět pouze v očíslovaných bodech stupnice. Je proto striktně doporučeno upravit kontrolní body po automatickém vygenerování procedury podle potřeb konkrétního měřidla.

Program Caliber považuje kontrolované měřidlo za analogové (umožní plynulé dostavení kontrolního bodu), pokud je na příslušné kartě přístroje v políčku „Počet digitů“ napsán text „ANALOG“. Analogové měřidlo je tedy identifikováno na základě „Karty přístroje“

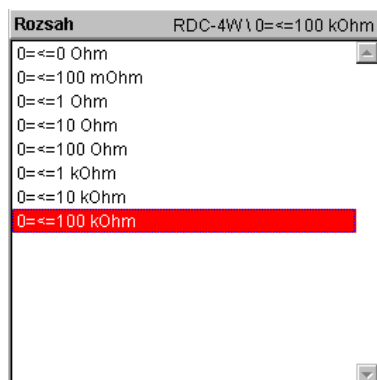


### 2.10.2. Kalibrace dekád

Program Caliber má pro kalibraci dekád zvláštní postup, pomocí kterého lze odečítat od každého kontrolního bodu tzv. „Referenční nulu“ (nulový odpor dekády – R0).

Karta přístroje pro klasickou odporovou dekádu musí obsahovat pro každý řád dekády (otočný přepínač) samostatný rozsah, plus jeden rozsah pro kontrolu nulového bodu.

Např. pro dekádu Burster typ 1406, která má  $R_0 < 10 \text{ m}\Omega$  a rozsahy  $10 \text{ m}\Omega$  až  $100 \text{ k}\Omega$  zvolíme tyto rozsahy :



Kalibrační procedura této dekády bude mít tvar :

Funkce	Rozsah	Etalon	UUT	Odchylka	%spec	Povoleno	Nejistota	Symbol
◀RDC-4W	0 mOhm	6.000 mOhm	0.000 mOhm	-6000 uOhm	-75	8000 uOhm	35 uOhm	ok
◀RDC-4W	100 mOhm	16.100 mOhm	10.000 mOhm	-100 uOhm	-50	200 uOhm	35 uOhm	ok
◀RDC-4W	100 mOhm	26.110 mOhm	20.000 mOhm	-110 uOhm	-28	400 uOhm	36 uOhm	ok
◀RDC-4W	100 mOhm	36.180 mOhm	30.000 mOhm	-180 uOhm	-30	600 uOhm	36 uOhm	ok
◀RDC-4W	100 mOhm	46.220 mOhm	40.000 mOhm	-220 uOhm	-28	800 uOhm	36 uOhm	ok
◀RDC-4W	100 mOhm	56.280 mOhm	50.000 mOhm	-280 uOhm	-28	1000 uOhm	36 uOhm	ok
◀RDC-4W	100 mOhm	66.170 mOhm	60.000 mOhm	-170 uOhm	-14	1200 uOhm	36 uOhm	ok

První řádek procedury je označen jako „Referenční nula“ (◀). Hodnota „Odchylky“ z prvního řádku bude automaticky odečítána od odchylek naměřených na řádcích následujících. Označení „Referenční nula“ provedeme tak, že na řádek ukážeme myši, stiskneme pravé tlačítko myši a z nabídky vybereme položku „Referenční nula“.

*Poznámka : Kalibrační proceduru pro odporovou dekádu je možné vytvořit za pomoci „Průvodce vytváření procedur“, ale jednotlivé kontrolní body musíme do kalibrační procedury doplnit. Průvodce vybere totiž ke každému rozsahu pouze několik bodů.*

*Poznámka: Součástí výše zobrazené kalibrační procedury je převodník s označením CONVRTRUE. Jedná se o fiktivní přístroj, který pouze převádí funkci dvousvorkového měření odporu (R2W) na čtyřsvorkové měření typu TRUE OHM (funkce DATRON1281). Převodník tak umožňuje měřit dvousvorkové dekády čtyřsvorkově.*

### 3. Terminologie

Kapitola vysvětluje význam některých méně běžných pojmů, které jsou v návodu použity.

**Caliber** – ucelený kalibrační systém určený pro kalibrace měřicích přístrojů. Sestává z několika programových modulů. Výstupem programu je „Kalibrační protokol“ s vypočtenými chybami a nejistotami měření. Přístroje mohou být ovládány počítačem (automatizovaně) nebo ručně (manuálně).

**Etalon** – (SU – Standard Unit) etalonový přístroj, pomocí kterého stanovujeme při kalibraci konvenčně pravou hodnotu (navazujeme na ni kontrolovaný přístroj). Etalonovým přístrojem může být jak zdroj, tak měřidlo.

**Etalon pomocný** – druhý etalonový přístroj. Pro kontrolu převodníků nabízí program Caliber další (pomocný) etalon, kterým měří odezvu testovaného převodníku. V tomto případě je pomocný etalon zahrnut do výpočtu odchylek a nejistot měření. Pokud není pomocný etalon zapojen za převodník, který je v pozici UUT, nezapočte se jeho vliv do výsledné nejistoty.

**Funkce** – funkce kontrolovaná systémem Caliber. Nejčastěji je funkce definována fyzikální veličinou (napětí, proud, odpor, ...), může však definovat i způsob připojení (VDC-2W ... stejnosměrné napětí dvousvorkově), nebo způsob měření (R-TRUE ... odpory měřené při kladné i záporné polaritě signálu). Standardní postup je využívání stávajících funkcí. Novou funkci uživatel doplní v případě, že vytváří kartu přístroje, který umožňuje nastavit dosud nedefinovanou funkci.

V programu jsou rozlišovány funkce absolutní a relativní. Absolutní funkce mají zadáno rozlišení jednoho digitu a BMC v absolutní hodnotě. Relativní funkce mají zadány počet digitů na rozsahu a BMC je uvedeno v procentech. Nezávisle na tomto rozlišení je možné nastavit absolutní nebo relativní vyjádření naměřených hodnot (určuje, jakým způsobem jsou vyhodnoceny chyby a nejistoty v protokolu).

**GPIB** – (General-Purpose Interface Bus) paralelní sběrnice pro dálkové řízení měřicích přístrojů. Umožňuje paralelní propojení více přístrojů, které jsou odlišeny svými adresami. Pro využití této sběrnice v programu Caliber je třeba mít v počítači instalovanou kartu pro ovládání sběrnice GPIB.

**Hlavní sběrnice** – označovaná také jako „Hlavní signálová sběrnice“ je virtuální propojení mezi měřeným přístrojem a ostatními přístroji. V každém kontrolním bodě jsou funkce, rozsah a hodnota nastavené na této sběrnici hlavními kontrolovanými parametry nastavenými na UUT a jsou také zapsány ve výstupním protokolu (tabulce naměřených a vypočtených hodnot).

**Hierarchie** – systém Caliber definuje pevnou hierarchii, v jejímž rámci se uživatel pohybuje při práci s kalibračními procedurami, případně s kartami přístrojů. Nejvyšší vrstvou v této hierarchii je „Kalibrační procedura“ (při práci v modulu „Procedury“), případně „Karta přístroje“ (při práci v modulu „Karty přístrojů“), obě reprezentované svým názvem. Nižší vrstvou tvoří kontrolované „Funkce“, definované v modulu „Uživatelské funkce“. Pod funkcemi jsou kontrolované „Rozsahy“. Na nejnižší úrovni jsou v případě kalibrační procedury

kontrolované „Body“. Na kartě přístroje je nejnižší úroveň tvořena „Rozsahy“ a v případě, že daná funkce má definovaný parametr, tvoří nejnižší úroveň „Parametr“

**Hodnota** – proměnná používaná programem, která reprezentuje hodnotu měřené veličiny. Používá se jako proměnná v makrech.

**Kalibrační procedura** – soubor popisující metodiku kalibrace. Definuje přístroje použité pro kalibraci a body ve kterých se kalibrace provádí. Pro úpravy a tvorby kalibračních procedur je určen programový modul „Procedury“.

**Karta přístroje** – soubor popisující vlastnosti přístroje. Jsou zde definovány jednak metrologické vlastnosti přístroje (funkce, rozsahy, přesnosti apod.), jednak způsob ovládání přístroje (příkazy GPIB, RS232). Existence karty přístroje je nutnou podmínkou pro jeho použití v kalibrační proceduře.

**Makro** – sled příkazů definující ovládání přístroje. Podrobný popis příkazů, ze kterých je možné makro složit je uveden v kapitole „Modul Karty přístrojů“. Pomocí maker se na kartě přístroje definuje otevření přístroje, nastavení přístroje, čtení přístroje, případně vypnutí a zapnutí výstupních svorek.

**Modul „Karty přístrojů“** – programový modul systému Caliber, určený pro práci s kartami přístrojů (tvorba a úpravy).

**Modul „Pravidla generování“** – programový modul systému Caliber, určený pro práci se soubory typu „Pravidla generování“ (tvorba a úpravy).

**Modul „Procedury“** – programový modul systému Caliber, určený pro práci s kalibračními procedurami (tvorba, úpravy) a pro provádění kalibrací.

**Modul „Uživatelské funkce“** – programový modul systému Caliber, určený pro práci s definicemi funkcí (tvorba a úpravy).

**Parametr** – popisuje doplňující veličinu kontrolované funkce. Např. u střídavého napětí je parametrem kmitočet, u kmitočtu je parametrem napětí nebo u termočlánků je parametrem teplota studeného konce. Parametr není nikdy kontrolovanou veličinou, může však ovlivňovat přesnost přístrojů (je definována pro různé hodnoty parametru) a generování kalibračních procedur (podle rozsahu povolených hodnot parametru pro kontrolovaný přístroj).

**Pravidla generování** – soubor popisující jakým způsobem bude systém Caliber navrhovat kontrolní body u nově vytvářených kalibračních procedur. Je možné vytvořit několik souborů, obsahujících různá pravidla generování a při tvorbě nové kalibrační procedury pouze vybrat, podle kterých pravidel bude sestavena. Je možné vytvořit jiná pravidla pro tvorbu kalibračních procedur pro měřicí přístroje, jiná pro kalibrátory a jiná pro dekády.

**Převodník** – převádí měřený signál. Umožňuje převod veličin (proudový bočník, převodník napětí / kmitočet), případně převod hodnoty (transformátor, 50-ti závitová proudová cívka). Program nepovoluje zařadit převodník k UUT. Převodníky lze rozdělit na **reálné**, které převádí měřený signál a **virtuální**, které provádí matematickou operaci (např. přepočítání napětí na teplotu termočlánku) a nemají vliv na přesnost měření. Zvláštní kategorií je převodník v pozici kontrolovaného přístroje. Takový převodník musí splňovat určité podmínky, které lze na kartě

přístroje zaručit označením „Převodník jako UUT“ v „Podmínkách převodníku“. Převodník, který je použit jako UUT musí být nastaven stejně jako je jeho vstupní funkce. Rovněž nelze do vzorce zahrnout hodnotu převodníku a lze použít pouze jednoduchý vzorec.

**Referenční nula** – označení kalibračního bodu, které mění způsob vyhodnocení všech dalších bodů, náležejících ke stejné funkci. Při kontrole takto označeného kalibračního bodu, se zjištěná odchylka kontrolovaného přístroje zapamatuje a v následujících kalibračních bodech automaticky odečítá od tohoto přístroje. Tato odchylka se neprojeví u etalonové hodnoty ani u hodnoty kontrolovaného přístroje v protokolu, ale projeví se v odchylce a následných výpočtech. Slouží např. pro kontrolu odporových dekád, kdy je potřeba odečítat hodnotu nulového odporu.

**RS232** – sériová sběrnice. Umožňuje dálkové řízení měřicích přístrojů počítačem. Její nevýhodou je možnost připojení pouze jednoho přístroje na jednu sběrnici. Velkou předností je, že prakticky každý počítač je touto sběrnici vybaven.

**Strádač** – proměnná používaná programem pro dočasné uložení dat. Typickým příkladem použití je načtení odpovědi přístroje ovládaného počítačem a její následné zpracování.

**SU** – (Standard Unit) viz ETALON.

**UUT** (Unit Under Test) – kalibrovaný přístroj. Kalibrovaným přístrojem může být zdroj nebo měřidlo.

**VISA** – (Virtual Instrument Software Architecture) je standard pro ovládání přístrojů přes různé typy sběrnic (GPIB, RS232, Ethernet, USB, ...).

**WinQbase** – programové vybavení MEATEST pro evidenci a kalibraci měřidel. Lze ji použít jako programovou nadstavbu systému Caliber, která obstarává evidenci měřidel, kalibračních listů, zajišťuje tisk protokolů, umožňuje výběr měřidel dle různých kritérií apod.

**Zapojení svorek** – položka na kartě přístroje (text), popisující, které svorky přístroje jsou využity. Většinou se zapojení svorek mění při změně funkce přístroje. Text popisující zapojení svorek má být co nejkratší, doporučeny jsou zkratky uvedené na přístroji. Při kalibraci je obsluha upozorněna na změnu v zapojení vždy při změně „Zapojení svorek“ některého z použitých přístrojů.