ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta elektrotechnická

Katedra řídicí techniky

Automatizace laboratoře pro kalibraci měřicích přístrojů

Automation of laboratory for calibration of measuring instruments

Diplomová práce

Studijní program: Otevřená informatika

Studijní obor: Počítačové inženýrství

Vedoucí práce: Ing. Martin Šimůnek

Bc. Tomáš Starý

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická

katedra řídicí techniky

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student: **Bc. Tomáš Starý**

Studijní program: Otevřená informatika (magisterský)
Obor: Počítačové inženýrství

Název tématu: **Automatizace laboratoře pro kalibraci měřicích přístrojů**

Pokyny pro vypracování:

Vytvořte systém pro automatizovanou kalibraci a ověření funkčnosti měřicích přístrojů. Uvedený systém musí umožňovat případné rozšíření funkčnosti o další přístroje a spolupracovat s různými komunikačními platformami (mezi základní jsou zahrnuty RS-232, RS-485, GPIB, MODBUS, Advantech ISA). Řešení musí obsahovat část umožňující komunikaci s archivační databází typu SQL.

Vyvinutý systém bude následně využíván ve společnosti Orbit Merret, základní požadavky rozsahu testů a použité přístroje pro kontrolu jsou definovány aktuálními možnostmi a potřebami ve společnosti.

Seznam odborné literatury:

[1] Petr Kocourek a kolektiv: Číslicové měřicí systémy [Vydavatelství ČVUT, 1994]

Vedoucí: Ing. Martin Šimůnek

Platnost zadání: do konce letního semestru 2012/2013

prof. Ing. Michael Šebek, DrSc.
vedoucí katedry

L.S.

prof. Ing. Pavel Ripka, CSc.
děkan

V Praze dne 14. 10. 2011

Čestné prohlášení autora práce

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze dne: 18.1.2013

……

Bc.Tomáš Starý

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá návrhem a implementací softwarového řešení pro automatizovanou kalibraci měřících přístrojů společnosti Orbit Merret.

Představené řešení pro automatizovanou kalibraci předpokládá připojení kalibrovaných a pomocných přístrojů přes rozhraní RS-232/RS-485. Kalibrátory a přesné ověřovací přístroje jsou připojeny přes sběrnici GPIB. Navržené softwarové řešení je pomocí jazyka SQL napojeno na podnikový informační systém, ze kterého získává údaje o kalibrovaném přístroji a kam zapisuje výsledky kalibrace. Software je vytvořen v programovacím jazyce Delphi v prostředí Embarcadero RAD Studio.

Cílem této diplomové práce je poskytnout seznámení s problematikou kalibrace měřicích přístrojů, představit navržený softwarový systém pro automatizaci kalibračního procesu a ověřit si v praxi znalosti získané studiem na ČVUT v Praze.

Klíčová slova

Kalibrace, Automatizace, Měření, GPIB, HPIB, RS-232, RS-485, MODBUS, Delphi, Interpret jazyka, Orbit Merret, SQL, 602SQL, OM Script

Abstract

This Master Thesis deals with the design and implementation of a software system for automated calibration of measuring instruments of company Orbit Merret.

The proposed software system for automated calibration can connect calibrated and auxiliary devices via RS-232/RS-485 interface while calibrators and accurate measuring and verification devices are managed via GPIB bus. The proposed software system has on-line SQL connection to the company Information System. By a series of SQL commands it receives data about the calibrated device and stores back calibration result and protocols.The software environment is created in the Embarcadero RAD Studio in Delphi programming language.

The aim of this Master Thesis is to provide an introduction to the issue of calibration of measuring instruments, to introduce the software system designed to automate the calibration process and finally to verify the knowledge gained from studies at ČVUT in Prague.

Keywords

Calibration, Automation, Measuring, RS-232, RS-485, MODBUS, GPIB, HPIB, Dephi, Language Interpreter, Orbit Merret, SQL, 602SQL, OM Script

Poděkování

Děkuji vedoucímu diplomové práce panu Ing. Martinu Šimůnkovi za podporu, odborné vedení, cenné informace a praktické rady při vedení této diplomové práce.

Velké poděkování patří specialistům z oddělení vývoje a výzkumu ve společnosti Orbit Merret, s.r.o. panu Ing. Jiřímu Antošovi a panu Ing. Ondřeji Holému za jejich laskavou podporu a nezištnou obětavost, kterou mi poskytovali při vytváření této diplomové práce.

Dále děkuji panu Karlu Žohovi, vedoucímu metrologovi ve společnosti Orbit Merret, s.r.o., a ostatním pracovníkům kalibrační laboratoře, za praktické rady a cenné informace při práci v laboratoři.

Za lásku a podporu děkuji své rodině.

Obsah

Úvod ... 1

1. Metrologie ... 3

2. Metrologická terminologie ... 4

2.1. Dělení měřidel ... 4

2.1.1. Etalony ... 4

2.1.2. Kontrolní měřidla ... 5

2.1.3. Pracovní měřidla stanovená (stanovená měřidla) ... 5

2.1.4. Pracovní měřidla nestanovená (pracovní měřidla) ... 6

2.1.5. Orientační měřidla ... 6

2.1.6. Referenční materiály ... 6

2.1.7. Certifikované referenční materiály ... 7

2.2. Kalibrace, ověření, kalibrační předpis ... 7

2.2.1. Kalibrace ... 7

2.2.2. Ověření ... 7

2.2.3. Vzájemný vztah mezi kalibrací a ověřením ... 8

2.2.4. Kalibrační předpis ... 8

2.3. Adjustování ... 9

2.4. Návaznost ... 9

2.5. Nejistota ... 10

2.5.1. Nejistota typu A ... 11

2.5.2. Nejistota typu B ... 12

2.5.3. Kombinovaná standardní nejistota ... 13

2.6. Důvody kalibrace měřicího přístroje ... 13

3. Přístroj OM 402UNI ... 15

3.1. Měřicí rozsahy přístroje 15
3.2. Přesnost přístroje 16
3.3. Kalibrační předpis přístroje 17
3.3.1. Nastavení přístroje a pracoviště 17
3.3.2. Kalibrace přístroje OM 402UNI 18
3.3.3. Ověření přístroje OM 402UNI 20
4. Požadavky na automatizovaný kalibrační systém 21
5. Vybavení kalibrační laboratoře Orbit Merret 23
6. Skriptovací jazyk OM Script a prostředí RunScript 24
7. Komponenty použité v prostředí RunScript 26
7.1. 602SQL Open Server 26
7.1.1. Provoz SQL serveru 26
7.1.2. Rozhraní pro přístup na server 602 SQL 26
7.2. UNICODE Editor 27
8. Programování prostředí *RunScript* 30
8.1. OMScriptHighlighter 30
8.1.1. OMScriptHighlighter: Souhrn pravidel pro zvýraznění syntaxe 32
9. Popis jazyka OM Script 33
9.1. Lexikální elementy jazyka OM Script 33
9.1.1. Číselné literály 33
9.1.2. Řetězcové literály 34
9.1.3. Identifikátory 35
9.1.4. Rezervovaná slova 36
9.1.5. Klíčová slova 36
9.1.6. Klíčové slovo INCLUDE 37

9.1.7. Speciální konstanty 38
9.1.8. Zabudované funkce 39
9.1.9. Speciální symboly 39
9.2. Gramatika jazyka OM Script 41
9.2.1. Pravidla gramatiky pro výrazy jazyka OM Script 42
9.2.2. Gramatika pro příkazy jazyka OM Script 42
9.2.3. Obecná gramatika jazyka OM Script 43
9.3. Spuštění skriptu 44
10. Kalibrace přístroje OM 402UNI pomocí kalibračního systému 46
10.1. Načtení údajů z databáze podnikového IS 46
10.1.1. Údaje o kalibračním pracovišti 46
10.1.2. Údaje o kalibrovaném měřicím zařízení 47
10.2. Kontrola zařízení před kalibrací 48
10.3. Kalibrace přístroje 49
10.4. Ověření přístroje 52
11. Trend rozvoje kalibračního systému 54
12. Závěr 56
Seznam použitých zdrojů 58
Seznam tabulek 60
Seznam obrázků 61
Seznam zkratek 62
Obsah přiloženého CD 63
Struktura přiloženého CD: 63
Seznam příloh 64
Přílohy I

Úvod

Diplomová práce se zabývá tématem automatizace kalibračního procesu pro měřicí přístroje společnosti Orbit Merret, s. r.o., českého výrobce měřicí a regulační techniky. Jako ukázkový přístroj byl pro účely této diplomové zvolen měřicí přístroj s názvem OM 402UNI, jehož kalibrační předpis je v této práci popsán. Rozbor kalibračního předpisu měřicího přístroje stanovuje základní požadavky kladené na automatizovaný kalibrační systém, který je představen v této práci.

Hlavní myšlenkou, podle které je automatizovaný kalibrační systém navržen, je jeho jednoduchá rozšiřitelnost o další měřicí přístroje určené k metrologické konfirmaci. Tato rozšiřitelnost je umožněna podporou skriptů, kdy každému měřicímu přístroji je přiřazen kalibrační skript, který řídí samotný proces metrologické konfirmace. Za tímto účelem jsem navrhnul a implementoval 2 softwarové nástroje: vlastní skriptovací jazyk, který jsem nazval *OM Script* a k němu vývojové prostředí, které dokáže jazyk *OM Script* interpretovat. Toto prostředí jsem nazval *Run Script*.

Představený kalibrační systém spolupracuje pomocí SQL dotazů s již zavedeným informačním systémem společnosti, jehož jádrem je relační databáze typu SQL. Podnikový informační systém spouští kalibrační systém a zajišťuje, aby byl kalibrační systém spuštěn se správným kalibračním skriptem pro daný měřicí přístroj. Během procesu metrologické konfirmace jsou vyčítána kalibrační data, ze kterých se určí, zda daný přístroj vyhovuje požadovaným metrologickým vlastnostem. Získaná kalibrační data a výsledek metrologické konfirmace jsou uloženy do databáze podnikového informačního systému. Tisk kalibračního protokolu je v režii podnikového informačního systému.

V této diplomové práci čtenář nalezne zdokumentovaný návrh, vývoj a současné možnosti dvou softwarových nástrojů: jazyku *OM Script* a vývojového prostředí *RunScript*. Práce

pokračuje popisem kalibračního skriptu přístroje OM 402UNI v jazyce *OM Script* s několika praktickými ukázkami zápisu skriptu.

Diplomovou práci uzavírá shrnutí dosažených výsledků, zhodnocení předností a definování oblastí, které vyžadují další vývoj.

Na závěr si dovolím vyjádřit 2 důvody, které mne vedly k tomu, abych si tento projekt zvolil tématem své diplomové práce. Projekt automatické kalibrace vychází z reálných požadavků v procesu výroby a má reálný přínos v podobě zrychlení a zefektivnění výroby. Věřím, že čtenář této práce shledá uvedené důvody stejně vhodnými, jako jsem je při vybírání tématu diplomové práce shledal já.

1. Metrologie

Tato diplomová práce se z velké části věnuje tématu metrologie. Název metrologie je složeninou slov *metron* (míra) a *logos* (slovo, nauka), které mají svůj původ v řečtině. Metrologie je vědní disciplína o měření a jeho aplikaci[1]. Metrologie se zabývá správností, přesností a jednotností měření. Obecně se metrologie považuje za souhrn všech znalostí a činností souvisejících s měřením a zahrnuje praktické i teoretické aspekty vztahující se k měření [2].

Mezi metrologií a měřením je rozdíl. K měření jako nestačí pouze měřený objekt a kvalitativně známá veličina, která má být měřena. Jsou zapotřebí také další náležitosti, jako je měřicí jednotka, měřicí metoda, měřicí prostředek (měřidlo) a měřicí osoba. Po měřicím procesu je nutné zpracování výsledků a také jejich zhodnocení a posouzení. Úlohy metrologie jsou podstatně širší než u vlastního měření. Hlavní zájmové oblasti metrologie jsou uvedeny v Tabulce 1 [3].

Tabulka 1: Náplň metrologie

Metrologické veličiny, měřicí jednotky a jejich realizace, etalony
Etalony, hierarchie etalonů
Měřicí prostředky (provozního charakteru)
Měřicí metody, měření, zpracování výsledků
Výzkum, studium a aplikace statistiky, výpočetní technika
Stanovení nejistoty výsledku měření, posouzení nejistoty výsledku měření
Osoby účastnící se měření a jejich činnost podle vztahu k měření, praxe, zkoušky
Základní fyzikální konstanty
Vlastnosti látek a materiálů
Prognostika
Právní aspekty metrologie, zákon, vyhlášky

2. Metrologická terminologie

V této kapitole budou formálním způsobem vysvětleny pojmy a termíny z oblasti metrologie, které poskytují nezbytný teoretický základ k této diplomové práci.

2.1. Dělení měřidel

2.1.1. Etalony

Etalon je ztělesněná míra, měřicí přístroj, měřidlo, referenční materiál či měřicí systém určený k definování, realizaci, uchování či reprodukci jednotky nebo jedné či více hodnot určité veličiny mající sloužit jako reference. Etalony mají sloužit výhradně k zabezpečování jednotnosti a přesnosti měřidel a měření, tedy k navazování měřidel nižší přesnosti. Neměly by se proto používat k rutinnímu měření [3].

Etalony se rozdělují na několik úrovní a mají definovanou nejistotu, která se směrem k nižším úrovním zvětšuje. Základní rozdělení úrovní etalonů je na etalony primární, sekundární, referenční a pracovní [4].

- **Primární etalony** zabezpečují reprodukci dané jednotky s nejvyšší aktuálně dosažitelnou přesností. Jako primární etalony se označují mezinárodní a státní etalony.
- **Sekundární etalony** jsou navázány na státní etalony a od nich jsou pak prakticky odvozovány hodnoty etalonů v daném státním hospodářství.
- **Referenční etalony** (nazývané také hlavní) jsou nejvyšší úrovní etalonů ve velkých podnicích. Referenční etalony vlastní také akreditované kalibrační laboratoře, které podle nich kalibrují pracovní etalony menším podnikům.
- **Pracovní etalony** jsou určené ke kalibraci provozních měřidel. Jejich hodnota je odvozována od příslušného hlavního etalonu.

2.1.2. Kontrolní měřidla

Kontrolní měřidla nejsou náhradou etalonů a slouží pouze ke kontrolním účelům. Stejně jako etalony by se ani kontrolní měřidla neměly používat k provoznímu měření. Kontrolní měřidla by měly mít řádově vyšší přesnost než měřidla, která jsou pro měření použita v provozu. Kontrolní měřidla jsou definována v metrologickém řádu organizace. Návaznost kontrolních měřidel je zajišťována kalibrací na etalon vyššího řádu.

2.1.3. Pracovní měřidla stanovená (stanovená měřidla)

Pracovní měřidla stanovená jsou měřidla, která Ministerstvo průmyslu a obchodu stanovilo vyhláškou č. 345/2002 Sb., nebo novelou této vyhlášky. Touto vyhláškou jsou stanovena měřidla určená k povinnému ověřování a měřidla podléhající schvalování typu s ohledem na jejich význam pro následující účely [5]:

- Pro závazkové vztahy, např. při prodeji, nájmu nebo darování věci, při poskytování služeb nebo při určení výše náhrady škody, příp. jiné majetkové újmy.
- Pro stanovení sankcí, poplatků, tarifů a daní.
- Pro ochranu zdraví.
- Pro ochranu životního prostředí.
- Pro bezpečnost při práci.
- Při ochraně jiných veřejných zájmů chráněných zvláštními právními předpisy.

Takto stanovená měřidla se musí pravidelně ověřovat. Ověřením stanoveného měřidla se potvrzuje, že stanovené měřidlo má požadované metrologické vlastnosti. Ověřené stanovené měřidlo opatří ČMI nebo autorizované metrologické středisko úřední značkou nebo vydá ověřovací list. Lhůty platnosti ověření jsou uvedeny ve zmíněné vyhlášce [2].

2.1.4. Pracovní měřidla nestanovená (pracovní měřidla)

Pracovní měřidla nestanovená mají sloužit k měření na pracovištích. Tato měřidla mají vliv např. na:

- Množství a kvalitu výroby.
- Bezpečnost a ochranu zdraví při práci.
- Životní prostředí.

Tato měřidla musí být periodicky kalibrována. Kalibraci zajišťuje metrologické oddělení organizace, je možné využít také služeb metrologických pracovišť jiných subjektů, které mají své etalony řádně navázané. Lhůty kalibrace nejsou stanoveny zákonem, vlastník nebo uživatel měřidla si je určuje sám [2].

2.1.5. Orientační měřidla

Orientační měřidla (nazývané také informativní) jsou definována v řádech podnikové metrologie jako měřidla, jejichž použití neovlivňuje jakost, množství, bezpečnost a ochranu zdraví pracovníků při práci. Tyto měřidla orientačně informují o stavu nebo velikosti jevu nebo látkového množství. Pro orientační měřidla odpadá povinnost pravidelné kalibrace, často se provádí jen vstupní kalibrace po jejich zakoupení [2].

2.1.6. Referenční materiály

Za referenční materiály jsou označovány materiály nebo látky dostatečně homogenní a stabilní, s přesně stanoveným složením a vlastnostmi [6]. Jako takové se využívají ke kalibracím přístrojů, vyhodnocování měřících metod a kvantitativnímu určování vlastností materiálů [3].

2.1.7. Certifikované referenční materiály

Certifikované referenční materiály jsou takové referenční materiály, jejichž složení nebo vlastnosti byly certifikovány Českým metrologickým institutem nebo autorizovaným metrologickým střediskem [6].

2.2. Kalibrace, ověření, kalibrační předpis

Souhrnný název pro kalibraci a ověření je metrologická konfirmace. Obě činnosti jsou také formou metrologické návaznosti měřidel.

2.2.1. Kalibrace

Kalibrace je soubor operací, kterými se metrologické vlastnosti měřidla porovnávají s měřidlem metrologicky navázaným, zpravidla s etalonem organizace, jiné kalibrační laboratoře nebo etalonem ČMI. Výsledky kalibrace se zaznamenávají do kalibračního listu. Kalibrace měřidla, na rozdíl od ověření, neopravňuje k udělení plomby, značky, nebo kalibračního štítku [2].

Kalibrací měřidla se dosáhne toho, že hodnoty měřených veličin jsou buď přičleněny k indikovaným hodnotám, nebo je stanovena korekce vůči indikovaným hodnotám. Výsledek kalibrace je obvykle zaznamenán v kalibračním listu.

2.2.2. Ověření

Ověření je soubor činností, kterými se objektivně potvrzuje, že měřidlo má požadované metrologické vlastnosti, a že odpovídá ustanovením právních předpisů, technických norem i dalších technických předpisů, příp. schválenému typu. Pro úspěšné ověření měřidla je rozhodující, že zjištěné chyby nepřekračují maximální povolené hodnoty. Úspěšné ověření se deklaruje

vydáním ověřovacího listu a/nebo opatřením měřidla úřední plombou, značkou nebo kalibračním štítkem [2].

2.2.3. Vzájemný vztah mezi kalibrací a ověřením

Kalibrace a ověření vycházejí z příbuzných postupů. Při ověření se zkoumá shoda metrologických vlastností zkoumaného měřidla s úředně stanovenými požadavky, zejména s maximálními dovolenými chybami, zatímco při kalibraci se kvantitativně zjišťuje vztah mezi naměřenou hodnotou a jmenovitou hodnotou vyjádřenou etalonem [7].

2.2.4. Kalibrační předpis

Kalibrační předpis sestává ze souhrnu činností, které je nutné provést při kalibraci měřidla, a slouží jako návod pro práci zaměstnanců v kalibrační laboratoři [2].

Kalibrační postup by měl být [2]:

- **Úplný** – obsahuje potřebné kroky pro provedení kalibrace
- **Správný** – neobsahuje chybné údaje
- **Srozumitelný** – význam jednotlivých kroků, údajů a pojmů je jednoznačný, aby nedošlo k chybné interpretaci, zvláště při používání zkratek
- **Účelný** – určuje optimální podmínky kalibraci s minimálními náklady a pracností
- **Validovaný** – vyžaduje potvrzenou a uznanou platnost kalibračního předpisu v případě, že se nejedná o předpis normalizovaný
- **Stručný** – obsahuje pouze nezbytné údaje potřebné ke kalibraci měřidel, používá správné technické termíny
- **Přehledný** – kalibrační postup je čitelný a vhodně upravený.

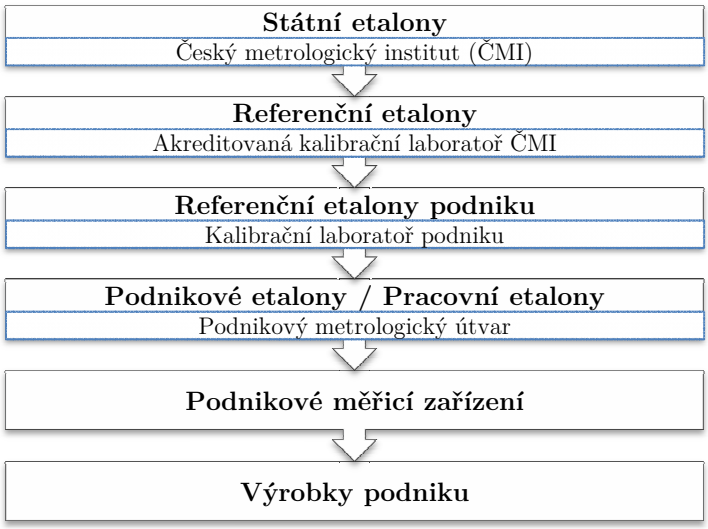
2.3. Adjustování

Adjustování je soubor činností na měřicím systému za účelem nastavení a připravení měřicího systému pro správné měření v požadovaném rozsahu a s předepsanou přesností.

2.4. Návaznost

Návaznost je vlastnost výsledku měření nebo hodnoty etalonu, kterou může být určen vztah k uvedeným referencím, zpravidla státním nebo mezinárodním etalonům, přes nepřerušený řetězec porovnání (řetězec návaznosti), jejichž nejistoty jsou uvedeny [7].

Zajištění návaznosti znamená proces, kdy výsledek měření (nebo hodnotu etalonu) lze v jednom či několika krocích srovnat s etalonem ČMI pro příslušný měřený přístroj. Základním prostředkem při zajišťování návaznosti měření je kalibrace měřidel, měřících systémů nebo referenčních materiálů. V každém kroku při zajišťování návaznosti je provedena kalibrace s použitím etalonů s metrologickou jakostí již předtím stanovenou kalibrací etalonem vyšší úrovně podle kalibrační hierarchie na Obrázku 1 [7].



Obrázek 1: Kalibrační hierarchie etalonů

2.5. Nejistota

Každé měření je zatíženou chybou, protože reálné podmínky, ve kterých bylo měření provedeno, jsou vždy odlišné od podmínek ideálních. Určitá chyba měření vzniká i při opakování měření za stejných podmínek.

Rozeznáváme chybu:

- Absolutní (vyjádřená odchylkou ve stejných jednotkách jako měřená veličina)
- Relativní (vyjádřená odchylkou v procentech)

Chyby lze dále dělit na:

- Hrubé (nadměrné)
- Systematické (soustavné)
- Náhodné

U hrubých chyb se naměřená hodnota velmi liší od hodnoty očekávané, tyto chyby vznikají převážně nepozorností, přehlédnutím, poruchou měřicího přístroje nebo nevhodnou metodou měření. Vždy je nutno tyto chyby odstranit a opakovat měření.

Systematické chyby se vyznačují pravidelným výskytem při opakovaném měření za stejných podmínek, tyto chyby jsou nejčastěji způsobené samotným měřidlem, metodou měření a lidským činitelem. Systematické chyby je možné odstranit jinou metodou měření nebo zavedením korekce výsledků měření.

Náhodné chyby z jejich povahy nelze předvídat, vznikají náhodnými rušivými vlivy (otřesy, změny teploty, změny tlaku vzduchu, apod.) a nedokonalostí lidských smyslů. Náhodnou chybu nelze úplně odstranit. Náhodnou chybu lze odhadnout pomocí opakovaných měření za stejných podmínek a statistickým zpracováním naměřených výsledků.

Nejistota měření charakterizuje rozsah naměřených hodnot okolo výsledku měření, který lze racionálně přiřadit k hodnotě měřené veličiny. Nejistota měření se týká nejen výsledku měření, ale i měřicích přístrojů, hodnot použitých konstant, korekcí apod., na kterých nejistota výsledku měření závisí.

Standardní nejistoty se dělí na standardní nejistoty typu A a typu B:

- Nejistota typu A - statistické zpracování naměřených údajů
- Nejistota typu B - jiné než statistické zpracování naměřených údajů

2.5.1. Nejistota typu A

Výpočet nejistoty typu A vychází ze statistické analýzy opakované série měření za definovaných podmínek. Odhad výsledné hodnoty pro počet měření n je vyjádřen aritmetickým průměrem (1) [8]:

$$\bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i \tag{1}$$

Nejistota odhadu výsledné hodnoty se značí u_{Ax} a vypočítá se jako výběrová směrodatná odchylka této hodnoty podle vztahu (2) [8]:

$$u_{Ax} = \sqrt{\frac{1}{(n-1)}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2} \tag{2}$$

Výpočet podle vzorce (2) je v případě malého počtu měření ($n < 10$), málo spolehlivý. a proto se hodnota nejistoty typu A násobí koeficientem odpovídajícím počtu naměřených hodnot podle vzorce (3) [8].

$$u_{Ax} = ku_{Ax} \tag{3}$$

Tabulka 2 předkládá koeficient k pro hodnotu $n < 10$ [8].

Tabulka 2: Hodnota koeficientu k pro $n < 10$.

n	9	8	7	6	5	4	3	2
k	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,7	2,3	7,0

2.5.2. Nejistota typu B

Hodnota nejistoty typu B se stanovuje jinak než statisticky a nezávisí na počtu opakovaných měření. Standardní nejistota typu B se odhaduje expertním odhadem na základě dostupných informací a zkušeností. Nejčastěji se pro tento odhad používají [2]:

- Údaje výrobce měřicí techniky (technické parametry použitého zařízení)
- Zkušenosti z předchozích měření
- Zkušenosti s vlastnostmi chování materiálů a techniky a poznatky o nich
- Údaje získané při kalibraci a z certifikátů
- Nejistoty referenčních údajů v příručkách
- Nejistoty etalonu - lze vyčíst z kalibračního listu
- Chyba měřidla - lze získat z návodu k měřidlu

Při odhadu standardní nejistoty typu B se nejdříve odhadne maximální rozsah změn $\pm\Delta z_{max}$, potom se vybere rozdělení pravděpodobnosti, které nejlépe vystihuje výskyt hodnot Δz v intervalu $\pm\Delta z_{max}$ a určí se jednotlivé nejistoty u_z dle vztahu (4) [8].

$$u_z = \frac{\pm \Delta z_{max}}{\theta} \tag{4}$$

Nejčastěji se v praxi volí rovnoměrné rozdělení pravděpodobnosti s koeficientem $\theta = \sqrt{3}$. Standardní nejistota typu B je určena odmocninou ze součtu kvadrátů nejistot u_z od jednotlivých zdrojů nejistot Z_i dle vztahu (5) [8].

$$u_B = \sqrt{\sum_{i=1}^{m} u^2{}_{zi}} \tag{5}$$

2.5.3. Kombinovaná standardní nejistota

Kombinovaná standardní nejistota u_C je sumací nejistot typu A a B podle vzorce (6).

$$u_C = \sqrt{u^2{}_A + u^2{}_B} \tag{6}$$

Kombinovaná standardní nejistota udává interval, ve kterém se s velkou pravděpodobností vyskytuje skutečná hodnota měřené veličiny. V praxi se tato nejistota používá nejčastěji.

2.6. Důvody kalibrace měřicího přístroje

Každý měřicí přístroj je nutné kalibrovat z následujících důvodů [7]:

- Zajistit, aby údaje uváděné přístrojem byly konzistentní s jiným měřením
- Stanovit správnost údajů uváděných měřicím přístrojem
- Zjistit spolehlivost přístroje
- Zajistit a prokázat návaznost přístroje

Kalibrací měřicího přístroje je možné dosáhnout následujících skutečností [7]:

- Výsledek kalibrace rozhodne buď o přičlenění hodnot měřených veličin k indikovaným hodnotám, nebo stanovení korekcí vůči indikovaným hodnotám.
- Kalibrace může určit další metrologické vlastnosti, např. účinek ovlivňujících veličin.
- Výsledek kalibrace měřicího přístroje je možné zaznamenat v dokumentu. V ČR se takový dokument nazývá kalibrační certifikát, zpráva o kalibraci nebo kalibrační list.

3. Přístroj OM 402UNI

Přístroj OM 402UNI je 4 místný panelový programovatelný multifunkční přístroj. Základem přístroje je jednočipový µprocesor s vícekanálovým 24-bitovým A/D převodníkem[1] typu sigma-delta, který přístroji zaručuje vysokou přesnost a stabilitu naměřených údajů.

3.1. Měřicí rozsahy přístroje

Přístroj OM 402UNI lze nakonfigurovat pro 8 různých variant vstupních signálů:

- DC Voltmetr
- DC Ampermetr
- Monitor procesů[2]
- Ohmmetr
- Teploměr pro Pt, Cu
- Teploměr pro Ni
- Teploměr pro termočlánky
- Zobrazovač pro lineární potenciometry

---

[1] A/D převodník je elektronická součástka určená pro převod spojitého (analogového) signálu na signál diskrétní (digitální).

[2] Monitor procesů je název množiny signálů, které jsou nejčastěji použity ve výrobním procesu.

Typy podporovaných signálů a podporovaných vstupních rozsahů přístroje jsou uvedeny v Tabulce 3.

Tabulka 3: Vstupní rozsahy přístroje OM 402UNI

Název vstupu	Podporované vstupní rozsahy
DC	±60 mV/ ±150 mV/ ±300 mV/ ±1 200 mV
PM	0...5 mA/ 0...20 mA/ 4...20 mA ±2 V/ ±5 V/ ±10 V/ ±40 V
OHM	0-100 Ω/ 0-1 kΩ/ 0-10 kΩ/ 0-100 k Ω/ Auto
RTD	Pt 50/ Pt 100/ Pt 500/ Pt 1 000
Cu	Cu 50/ Cu 100
Ni	Ni 1 000/ Ni 10 000
T/C	J/ K/ T/ E/ B/ S/ R/ N/ L
DU	Lineární potenciometr (min. 500 Ω)

3.2. Přesnost přístroje

Přehled přesnosti přístroje pro podporované typy vstupních signálů uvádí Tabulka 4.

Tabulka 4: Přesnost přístroje OM 402UNI

Název vstupu	Přesnost měření na vstupu
DC, PM, OHM, Cu, Ni, DU	± (0,1 % z měřicího rozsahu + 1 digit[3])
RTD, T/C	± (0,15 % z měřicího rozsahu + 1 digit[3])

[3] Přesnost 1 digit znamená, že nejnižší řád čísla se při zvoleném režimu zobrazení může lišit o ± 1. Příklad: Pokud je režim zobrazení ve formátu „xxx.x“, pak je v toleranci, pokud se naměřený údaj liší o ± 1 desetinu od hodnoty etalonu.

3.3. Kalibrační předpis přístroje

Kalibrační předpis přístroje OM 402UNI se skládá z následujících kroků:

- Nastavení přístroje a kalibračního pracoviště
- Kalibrace přístroje
- Ověření přístroje

3.3.1. Nastavení přístroje a pracoviště

Před přistoupením k samotné kalibraci přístroje je nutné propojit přístroj k PC za účelem monitorování a vzdálené správy přístroje. Propojení s PC se provede zapojením datového výstupu přístroje. Jako datový výstup může být použita linka RS-232 nebo RS-485 v případě, že je přístroj alespoň jednou z uvedených komunikačních linek vybaven. Jestliže nelze použít linku RS-232/RS-485, bude jako datový výstup použito rozhraní OMLink.

Rozhraní OMLink je speciální 7-pinový konektor, kterým jsou standardně vybaveny všechny měřicí přístroje společnosti Orbit Merret. Fyzicky se za názvem rozhraní OMLink skrývá linka RS-232 s úrovňovou TTL logikou ± 5V. K počítači se měřicí přístroj s rozhraním OMLink připojuje pomocí speciálního převodníku USB ←→ OMLink.

Důležitým krokem přípravy pracoviště pro kalibraci je vytvoření měřicí cesty. Vytvoření měřicí cesty zahrnuje správné zapojení měřicích kabelů mezi výstupními svorkami použitého kalibrátoru, vstupními svorkami přesného ověřovacího přístroje a vstupními svorkami kalibrovaného přístroje. Při kalibraci analogového výstupu se měřicí cesta upraví tak, aby vedla z výstupních svorek kalibrovaného přístroje na vstupní svorky přesného ověřovacího přístroje. Za účelem automatizace kalibračního procesu byly vytvořeny speciální kalibrační kabely, které obsluze pracoviště zjednodušují vytvoření měřicí cesty a umožňují programově řízené přepínání měřicí cesty pro různé vstupní rozsahy.

Pro kalibraci přístroje OM402 UNI je použit ovladatelný kalibrační kabel s přepínáním měřicí cesty pomocí spínacích relé, jehož schéma zapojení je součástí příloh k této diplomové práci.

3.3.2. Kalibrace přístroje OM 402UNI

V tomto kroku kalibračního předpisu je nařízena kalibrace měřicího přístroje OM 402UNI. Kalibrace sestává ze 2 částí:

- Kalibrace vstupu (vždy)
- Kalibrace výstupu (volitelně)
    - Kalibrace analogového výstupu (pokud je jím přístroj vybaven)

3.3.2.1. Kalibrace vstupu

Kalibrace vstupu zahrnuje kalibraci jednotlivých vstupních měřicích rozsahů přístroje podle Tabulky 5.

Tabulka 5: Kalibrace vstupních rozsahů přístroje OM 402UNI

Název kalibrační procedury	ID	Typ vstupního signálu Kalibrovaný měřicí rozsah	Pozn.
Kal_Z_60	00	Napětí, zkrat	
Kal_Z_150	00	Napětí, zkrat	
Kal_Z_300	00	Napětí, zkrat	
Kal_Z_1200	00	Napětí, zkrat	
Kal_Z_PM	00	Napětí, zkrat	
Kal_60	01	Napětí, 60 mV	
Kal_150	02	Napětí, 150 mV	
Kal_300	03	Napětí, 300 mV	
Kal_1200	04	Napětí, 1.2 V	
Kal_20mA	05	Proud, 20 mA	
Kal_10V	06	Napětí, 10 V	
Kal_000R	07	Odpor, zkrat	

Kal_100R	08	Odpor, 100 Ω	
Kal_0k	09	Odpor, zkrat	
Kal_1k	0A	Odpor, 1 kΩ	
Kal_00k	0B	Odpor, zkrat	
Kal_10k	0C	Odpor, 10 kΩ	
Kal_000k	0D	Odpor, zkrat	
Kal_100k	0E	Odpor, 100 kΩ	
Kal_20mA_2	0F		Kal_0.5A (varianta Uni-A)
Kal_10V_2	10		Kal_500V (variant Uni-A)
Kal_20mA_3	11		Kal_5A (varianta Uni-A)
Kal_10V_3	12		
Kal_20mA_4	13		
Kal_10V_4	14		
Kal_DUZ	15	Lineární potenciometr, 0 %	
Kal_DUM	16	Lineární potenciometr, 100 %	

3.3.2.2. Kalibrace analogového výstupu

Jestliže je kalibrovaný měřicí přístroj vybaven analogovým výstupem, pak se provede kalibrace analogového výstupu. Kalibrace analogového výstupu sestává ze 3 kroků:

1. Zvolí se požadovaný měřicí rozsah přístroje podle Tabulky 5.
2. Metodou půlení intervalu se nalezne hodnota, při níž se analogový výstup nastaví na minimum nebo 0.1% z měřícího rozsahu (hardwarová konstrukce přístroje přitom zaručuje, že hodnota analogového výstupu nikdy neklesne pod 0). Následně se dopočítá hodnota, při které je analogový výstup roven 0% měřicího rozsahu.
3. Metodou půlení intervalu se nalezne hodnota, při níž se analogový výstup nastaví na maximum nebo 99.9% z měřicího rozsahu. Následně se dopočítá hodnota, při které je analogový výstup roven 100% měřicího rozsahu.

Kroky 1-3 je nutno opakovat pro všechny měřicí rozsahy přístroje.

3.3.3. Ověření přístroje OM 402UNI

Ověření přístroje je závěrečným krokem kalibračního předpisu. Při ověření přístroje se zkontroluje, zda daný přístroj odpovídá technickým parametrům podle specifikace přístroje.

Ověření přístroje se typicky provádí v 5 bodech stupnice (0, 25, 50, 75, 100 %) pro všechny měřicí rozsahy přístroje, nebo pouze pro vybrané měřicí rozsahy přístroje. Volitelně se provádí kontrola nastavení relé a analogového výstupu (pokud je jimi přístroj vybaven).

Pracovní postup při ověření přístroje sestává ze 4 bodů:

- Pokud je přístroj vybaven analogovým výstupem, ověří se analogový výstup pro všechny měřicí rozsahy v 1 bodě stupnice
- Pokud je přístroj vybaven pomocným zdrojem[4], ověří se jeho napětí při katalogovém proudu
- Napájení přístroje poklesne na minimální pracovní napětí a po ustálení se zkontrolují funkce přístroje a odebíraný výkon
- Zkontroluje se funkce pomocných (externích) vstupů

[4] Pomocný zdroj je vhodný pro napájení snímačů a převodníků v provozech, kde není samostatný zdroj k dispozici. Výstupní napětí z pomocného zdroje je plynule nastavitelné v rozsahu 5-24 V DC

4. Požadavky na automatizovaný kalibrační systém

Požadavky na automatizovaný kalibrační systém je možné pomyslně rozdělit na dvě kategorií. První kategorii tvoří hardware, přístroje a pomůcky pro kalibraci. Druhou kategorii tvoří nároky software, kam spadají funkce prostředí *RunScript* pro obsluhu kalibračního pracoviště.

Požadavky na přístrojové vybavení a pomůcky pro kalibraci:

- Kalibrační pracoviště
  - Regulované síťové zdroje,
  - Měřicí přístroje
  - Kalibrátory
  - Měření teploty a vlhkosti v kalibrační laboratoři
  - Počítač
  - Prostředí *RunScript*.
- Kabely
  - Napájecí kabely
  - Propojovací kabely
  - Ovladatelné kalibrační kabely
- Pomůcky
  - Konektory
  - Redukce

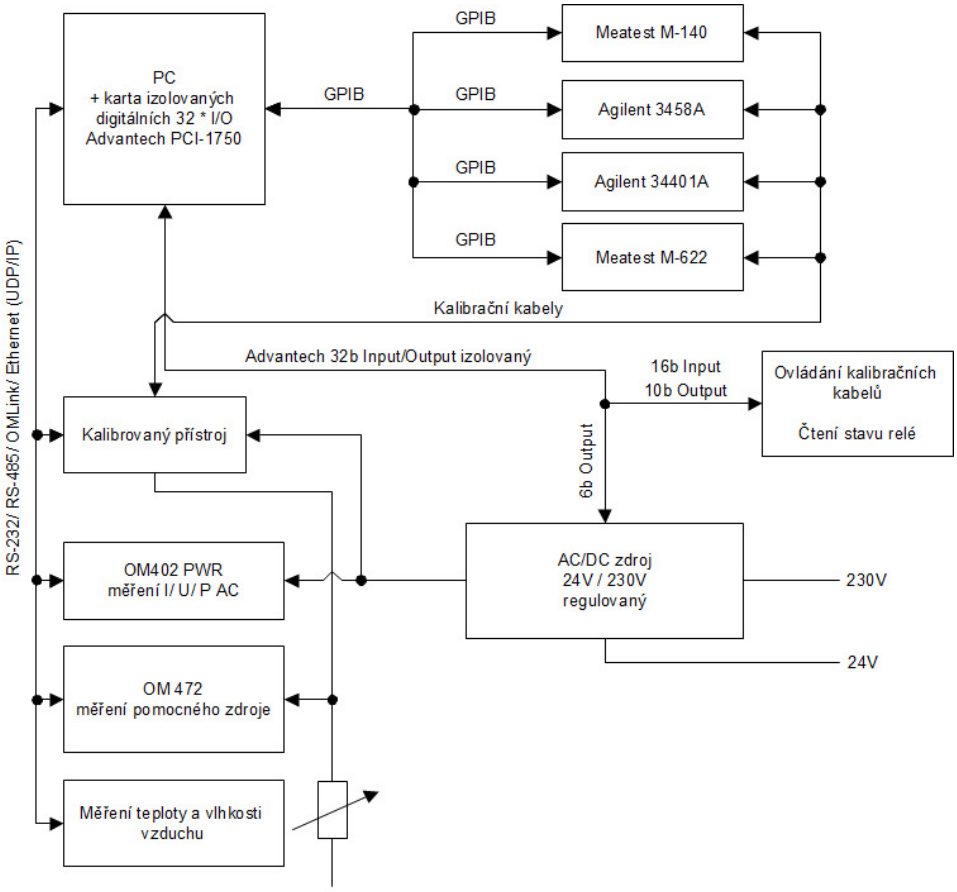
Požadavky na funkce prostředí *RunScript* pro obsluhu kalibračního pracoviště:

- Obsluha rozhraní OMLink/ RS-232/ RS-485. Rozhraní RS-485 v režimu ASCII a MODBUS
- Obsluha sběrnice GPIB

- Obsluha karty izolovaných digitálních vstupů/výstupů Advantech
- Podpora základních operací se souborovým systémem v PC
- Podpora protokolu událostí
- Podpora komunikace s databází typu SQL. Možnost volání uložených databázových procedur a funkcí.
- Podpora zobrazení zpráv pro obsluhu kalibračního pracoviště
- Podpora zadávání údajů od obsluhy kalibračního pracoviště

5. Vybavení kalibrační laboratoře Orbit Merret

Kalibrační laboratoř společnosti Orbit Merret disponuje třemi nezávislými kalibrační pracovišti. Každé kalibrační pracoviště je vybaveno podle blokového schématu na Obrázku 2. Kalibrační laboratoř je vybavena sdíleným měřičem teploty a vlhkosti vzduchu, který je v blokovém schématu na Obrázku 2 také vyznačen, ale není fyzicky přiřazen k žádnému kalibračnímu pracovišti.



Obrázek 2: Blokové schéma zapojení kalibračního pracoviště

6. Skriptovací jazyk OM Script a prostředí RunScript

Vývojové prostředí *RunScript* představuje základ systému pro automatickou kalibraci měřicích přístrojů. *OM Script* je název skriptovacího jazyka určeného pro prostředí *RunScript*.

Skriptovací jazyk *OM Script* byl původně navržen pro psaní skriptů pro obsluhu měřicích přístrojů společnosti Orbit Merret. Jako příklad takového použití lze uvést právě kalibrační procedury měřicích přístrojů.

Potenciální rozsah využití skriptovacího jazyka *OM Script* je však daleko širší díky uvedeným vlastnostem:

- Podpora obecných zařízení komunikujících na lince RS-232/RS-485 využívajících protokoly ASCII a MODBUS
- Podpora zařízení komunikujících po sběrnici GPIB
- Podpora zařízení komunikujících po Ethernetu využívajících protokol UDP/IP
- Množství zabudovaných funkcí (matematických, řetězcových, konverzních, databázových a dalších)
- Možnost definice uživatelských funkcí,
- Řídicí konstrukce (If, Case, Do…While, Repeat…Until a jiné)
- Dalším pokročilé vlastnosti

Uživatelské rozhraní běžícího skriptu je realizováno za pomoci statických, či dynamicky generovaných HTML stránek. V uživatelském rozhraní skriptu lze zobrazit HTML stránky odpovídající standardu HTML 4.01 Transitional [9].

Interpretaci a ladění skriptů napsaných v jazyce *OM Script* zajišťuje vývojové prostředí *RunScript*. Každý skript je obecně text. Platný skript tak lze vytvořit v libovolném editoru

prostého textu[5] a uložit ho s kódováním ANSI, Unicode nebo UTF-8. Oproti editorům prostého textu usnadňuje vývojové prostředí *RunScript* psaní skriptů v mnoha ohledech. Vývojové prostředí *RunScript* nabízí:

- Zabudovaný editor prostého textu
- Interpret jazyka *OM Script* - spuštění skriptu
- Podpora ladění a krokování skriptu spuštěného v interpretu jazyka *OM Script*
- Zvýrazňování syntaxe skriptu (klíčová slova, proměnné, řetězce, čísla, komentáře, ...)
- Podpora formátování skriptu (blokové odsazení)
- Systém nápovědy pro předdefinované funkce
- Možnost interaktivního zvětšování/zmenšování textu
- Vyhledávání a nahrazování textu ve skriptu
- Možnost více skriptů otevřených současně
- Možnost přepínání mezi více otevřenými skripty

[5] Za prostý text je v informatice považován text bez formátovacích a jiných doplňkových informací.

7. Komponenty použité v prostředí RunScript

V této kapitole budou představeny komponenty třetích stran, které byly k vývoji prostředí *RunScript* použity.

7.1. 602SQL Open Server

602SQL Open Server je relační databázový systém založený na modelu klient - server, který lze provozovat na operačním systému Windows nebo Linux.

602SQL Open Server je otevřený projekt od společnosti Software602 poskytovaný pod licencí LGPL (Lesser General Public License) [9] [10].

Ve skriptovacím jazyku *OM Script* je komponenta 602SQL Open Server využita při přístupu do informačního systému společnosti pro komunikaci s SQL databází.

7.1.1. Provoz SQL serveru

Databázový server 602 SQL Open Server může být provozován jako běžná úloha nebo jako služba (daemon). Obě varianty běhu jsou dostupné jak pro Windows, tak pro Linux [9].

7.1.2. Rozhraní pro přístup na server 602 SQL

602 SQL Open Server poskytuje pro operační systémy Windows i Linux následující rozhraní pro přístup k databázi [9]:

- **ODBC** - univerzální přístup přes rozhraní ODBC. Díky tomuto rozhraní mají k databázi přístup např. textové procesory, tabulkové kalkulátory, generátory sestav a aplikace, které data ukládají v databázi
- **JDBC** - rozhraní pro aplikace napsané v Javě. Umožňuje přímo pracovat s daty uloženými v tabulkách databázového serveru

- **SDBC** - pro kancelářský balík OpenOffice.org. Rozšiřuje možnosti kancelářského balíku OpenOffice.org o databázové služby
- **dbExpress** - základní databázové rozhraní pro aplikace vyvinuté pod Delphi a Kylix
- **PHP** - pro napojení dynamických webových stránek na SQL server
- **API** - programové rozhraní - knihovna funkcí pro přístup na SQL server. Knihovna je dostupná pro jazyky C/C++, Pascal/Delphi nebo Kylix (rozhraní pro Pascal pouze pro nástroje firmy Borland pod Windows)

Skriptovací jazyk *OM Script* využívá rozhraní API. Správce podnikového informačního systému povolil pouze nepřímý přístup k podnikové databázi pomocí databázových procedur a funkcí uložených na SQL serveru. Takový přístup k datům v databázových tabulkách dovoluje lépe kontrolovat operace s daty v tabulkách a udržovat databázi v konzistentním stavu, vyžaduje však použití přístupu přes programové rozhraní API, které jako jediné z výše uvedených dovoluje volání uložených DB procedur a funkcí. Další výhodou při přístupu přes API rozhraní je jeho rychlost a možnost využívat všech specifických možností, které 602 SQL Server nabízí.

7.2. UNICODE Editor

UNICODE Editor (UCE) je další z důležitých komponent využitých v prostředí *RunScript*. UCE je elegantní editor prostého textu vybavený množstvím užitečných funkcí, který byl dříve znám pod jménem UNICODE Syntax Editor. Autorem UCE je Mike Lischke.

UCE přichází ve formě komponenty do vývojových prostředí Codegear Delphi a C++ Builder a je volně ke stažení včetně zdrojových kódů pod blíže nespecifikovanou licencí na internetových stránkách autora [11].

Pro správnou funkci komponenty UCE je nezbytné zajistit podporu pro zobrazení UNICODE znaků, která však není součástí UCE. V prostředí *RunScript* je tento problém vyřešen použitím komponenty s názvem UNICODE Library, jejímž autorem je také Mike Lischke.

Komponenta UNICODE Library je uvolněna ke stažení pod licencí MIT na internetových stránkách autora [12].

Licence MIT (Massachusetts Institute of Technology) je považována za jednu z nejsvobodnějších licencí open-source software. Tato licence dovoluje používat kód pod licencí MIT i v proprietárním[6] software. Takový proprietární software si i nadále zachovává svou vlastní licenci, přestože obsahuje kód pod licencí MIT [13].

Mezi hlavní vlastnosti komponenty UCE patří [11]:

- Podpora zvýrazňování syntaxe (funkce Syntax Higlighting). UCE obsahuje třídy pro zvýrazňování syntaxe pro Delphi, C/C++, HTML, SQL a DCG (Delphi Compiler Generator [14]) s možností přidání nového stylu pro zvýrazňování syntaxe
- Označování čísla řádku s možností vlastního stylu písma (funkce Gutter)
- Možnost použití záložek v textu (max. 10 záložek)
- Podpora UNICODE znaků (knihovna *UNICODE Library*)
- Základní IME (Input Method Editor) při psaní skriptů (IME pracuje pouze na Windows NT/2K/XP/Vista/7/8, pokud národní prostředí Windows nerozpozná vstupní jazyk)

---

[6] Proprietární software je pojem používaný k vyjádření toho, že uživatel nemá právo studovat nebo editovat zdrojový kód.

- Hledání a nahrazování v textu využívající rychlého algoritmu Boyer-Moore
- Podpora funkcí Undo/Redo s neomezenou pamětí kroků
- Volitelná barva pozadí / popředí pro každý řádek skriptu (v prostředí *RunScript* je tato funkce využita pro označování řádku, na kterém došlo k chybě / na kterém je breakpoint / atd.)
- Volitelný styl písma pro každý řádek textu
- Podpora schránkových operací vložení do schránky/vyzvednutí ze schránky (funkce Clipboard)

8. Programování prostředí *RunScript*

Při vývoji prostředí *RunScript* byla komponenta UCE upravena a rozšířena o následující funkce a vlastnosti:

- Přidána nová třída zvýrazňování syntaxe skriptu s názvem *OMScriptHighlighter*
- Přidáno uživatelské rozhraní pro vyhledávání a nahrazování v textu (dialog Search/Replace) – využívá vyhledávací algoritmus Booyer-Moore z UCE
- Přidána podpora blokového odsazení (funkce Block Indentation) – označený blok textu se posune o 2 místa směrem vpravo
- Přidána podpora inverzní funkce k funkci blokového odsazení (funkce Block Unindent) - označený blok textu se posune o 2 místa směrem vlevo, dokud není na levém okraji editoru
- Přidána podpora blokového komentáře (funkce Block Comment) – označený blok textu se stane komentářem
- Přidána podpora inverzní funkce k funkci blokového komentáře (funkce Block Uncomment) – označený blok textu se stane běžným textem
- Přidána podpora interaktivní lupy - zvětšení/zmenšení velikosti textu
- Interaktivní nápověda k zapsaným funkcím – při stisknutí klávesové zkratky zobrazí nápovědu k zadané funkci, pokud je nápověda k dispozici

8.1. OMScriptHighlighter

OMScriptHighlighter je třída zvýrazňující syntax jazyka *OM Script*. *OMScriptHighlighter* byl vyvinut tak, aby vizuálně co nejvěrněji připomínal výchozí styl zvýraznění syntaxe použitý v prostředí Codegear Delphi.

Třída *OMScriptHighlighter* rozpoznává při zvýrazňování syntaxe celkem 8 atributů:

- **Řetězcové literály** (Strings)
- **Číselné literály** (Numbers)
- **Komentáře** (Comments)
- **Zabudované funkce** (Built-in Functions)
- **Klíčová slova** (Reserved Words)
- **Identifikátory** (Identifiers)
- **Mezery** (Spaces)
- **Symboly** (Symbols)

Ke každému rozpoznávanému atributu je možné definovat jeho vlastní styl a barvu písma. *OMScriptHighlighter* rozšiřuje nabídku zvýrazňovačů syntaxe pro komponentu UCE a je použit jako výchozí styl zvýrazňování skriptu v programu *RunScript*. Fragment skriptu, na kterém je předveden styl zvýrazňování *OMScriptHighlighter*, je zachycen na Obrázku 3.

```
1  Parameters (pOM)
2
3  /**/
4  const (
5    Const1 = "QWE";
6    C2 = 55;
7    C3 = Const1 + ToString(C2);
8  )
9
10 /* toto je komentar */
11 // toto je komentar
12 /* toto
13 je
14 viceradkovy
15 komentar
16 */
17
18 Function Zkontroluj (Str, MinI, MaxI) (
19   X = ToNumber(Str);
20   if ((X >= MinI) & (X <= MaxI)) then (
21     Zkontroluj = 1;
22   ) else (
23     ShowError("Hodnota je mimo povolené meze.\nZkontrolujte zapojení a kalibraci"+
24     "opakujte.\n!!! Původní hodnoty jsou již ztraceny !!!");
25     Zkontroluj = 0;
26   )
27 )
```

Obrázek 3: Ukázka zvýrazňovaní syntaxe jazyka pomocí *OMScriptHighlighter*.

8.1.1. OMScriptHighlighter: Souhrn pravidel pro zvýraznění syntaxe

Třída *OMScriptHighlighter* zvýrazňuje syntax jazyka *OM Script* podle těchto pravidel:

- Funkce zabudované do jazyka *OM Script* jsou zvýrazněny odstínem červené barvy. Na Obrázku 3 jde o funkce *ToNumber* a *ShowError*. Kompletní seznam zabudovaných funkcí v jazyce *OM Script* je součástí příloh k této diplomové práci.
- Klíčová slova jazyka *OM Script* jsou zvýrazněny tučným písmem a odstínem modré barvy. Na Obrázku 3 se jedná o klíčová slova *Function, If, Then, Else.*
- Řetězcové a číselné literály jsou ve skriptu zvýrazněny modrou barvou.
- Komentáře jsou ve skriptu zvýrazněny kurzívou a odstínem zelené barvy.
- Symboly nemají žádné zvýrazňování. Za symbol se považuje jakýkoli text, který nespadá do žádné z výše uvedených kategorií.

9. Popis jazyka OM Script

Tato kapitola popisuje formálním způsobem rozpoznávané lexikální elementy a gramatiku skriptovacího jazyka *OM Script*. Tato kapitola tak představuje teoretický základ k jazyku *OM Script*.

9.1. Lexikální elementy jazyka OM Script

Zdrojový skript zapsaný v jazyku *OM Script* je posloupností lexikálních elementů, vzájemně od sebe oddělených speciálními symboly nazývanými oddělovače. Lexikální elementy jsou dále nedělitelné v tom smyslu, že uvnitř nich se již nesmí vyskytovat žádný oddělovač. Lexikální elementy jazyka *OM Script* lze klasifikovat do 5 skupin:

- Číselné literály (Number)
- Řetězcové literály (String)
- Identifikátory (Ident)
- Vyhrazená slova (Keywords)
- Speciální symboly (Special)

Každá z výše uvedených skupin lexikálních elementů bude nyní podrobněji specifikována.

9.1.1. Číselné literály

Číselné literály (číselné konstanty) v jazyku *OM Script* mohou být celočíselné nebo reálné. Zapisovat je lze buď v základním, nebo exponenciálním tvaru v desítkové soustavě. Číselné literály mohou být předznamenány znaménkovým operátorem + nebo -.

Oddělovačem desetinných míst je tečka. Jazyk *OM Script* používá tento oddělovač desetinných míst pro všechny národní prostředí; např.: 3.14, -10.23.

Exponent čísel zapsaných v exponenciálním tvaru je uvozen znakem *E* nebo *e* a může být rovněž předznamenán operátorem indikujícím znaménko, např. *3.14E-6* = $3.14 * 10^{-6}$.

Čísla v základním ani exponenciálním tvaru nesmějí obsahovat mezery ani jiné speciální znaky. Za účelem snadnějšího popisu lexikálního elementu budou číselné literály označovány symbolem Number. Následuje formální specifikace elementu Number.

9.1.1.1. Formální specifikace elementu Number[7]

<number> value: double/float

<number> → d^+ [. d^+] [(**e**|**E**) [+|-] d^+]

d = 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9

9.1.2. Řetězcové literály

Řetězcovým literálem (řetězcem, řetězcovou konstantou) se rozumí posloupnost ASCII znaků ohraničená uvozovkami. Uvozovky a další speciální znaky uvnitř řetězce se zapisují pomocí zpětného lomítka podle Tabulky 6:

---

[7] Uvedená formální specifikace elementu Number neodpovídá přesně popisu lexikálního elementu pro číselné literály, neboť nezahrnuje možné předznamenání operátorem + nebo -, indikujícím znaménko čísla. Je to proto, že tímto operátorem mohou být kromě čísel samotných předznamenány i jiné elementy a syntaktické entity vyššího řádu, souhrnně nazývané faktory. Tato skutečnost je reflektována v popisu faktoru pomocí gramatiky v kapitole *Gramatika jazyka OM Script*.

Tabulka 6: Přehled speciálních znaků v jazyku OM Script

Kód znaku	Význam znaku
\"	zastupuje uvozovky (ASCII kód 34)
\r	zastupuje znak <CR> (*carriage return*, ASCII kód 13)
\n	zastupuje znaky <CR><LF> (*carriage return* + *line feed*, ASCII #13, #10)
\t	zastupuje znak <TAB> (tabulátor, ASCII kód 09)
\\	zastupuje znak "\" (zpětné lomítko, ASCII kód 92)
\x*hh*	zastupuje obecný ASCII znak s hexadecimálním kódem *hh*

Zpětné lomítko („\”) se používá také pro rozdělení řetězce ve skriptu na více řádků.

Za účelem snadnějšího popisu lexikálního elementu budou řetězcové literály označovány symbolem String. Následuje formální specifikace elementu String.

9.1.2.1. Formální specifikace elementu String

<string> value: string

<string> → "x*"

x = ASCII char

9.1.3. Identifikátory

Identifikátor v jazyce *OM Script* je tvořen posloupností abecedních znaků, číslic a podtržítek, přičemž prvním znakem musí vždy být abecední znak nebo podtržítko. Identifikátory jsou používány pro:

- Názvy konstant
- Názvy proměnných
- Názvy funkcí
- Názvy argumentů funkce

- Názvy parametrů
- Názvy objektů

Jazyk *OM Script* nerozlišuje velikost písmen v identifikátorech, takže identifikátor *Ident1* je interpretován stejně jako např. *ident1* nebo *IDENT1*.

Jako identifikátory nesmějí být použita klíčová slova ani identifikátory, které jsou vyhrazeny pro speciální konstanty a názvy zabudovaných funkcí.

Za účelem snadnějšího popisu lexikálního elementu budou identifikátory označovány symbolem Ident. Následuje formální specifikace elementu Ident.

9.1.3.1. Formální specifikace elementu Ident

<ident> name: string

<ident> → alpha [(alpha|d) $^{+}$]

alpha = a | ... | z | A | ... | Z | _

d = 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9

9.1.4. Rezervovaná slova

Rezervovanými (vyhrazenými) slovy v jazyku *OM Script* jsou všechna klíčová slova a identifikátory vyhrazené pro názvy zabudovaných funkcí a speciálních konstant.

9.1.5. Klíčová slova

Klíčová slova jsou elementy se zvláštním významem pro skriptovací jazyk. Klíčovými slovy v jazyce *OM Script* jsou:

body, case, const, do, else, function, if, include, of, parameters, result, then, until, var, while

Programovací jazyk *OM Script* nerozlišuje velikost písmen klíčových slov, takže např. *function* lze psát *Function* nebo *FUNCTION* vždy se stejným významem.

Za účelem snadnějšího popisu lexikálního elementu budou klíčová slova označovány symbolem Keywords. Následuje formální specifikace elementu Keywords.

9.1.5.1. Formální specifikace elementu Keywords

body | **case** | **const** | **do** | **else** | **function** | **if** | **include** | **of** | **parameters** | **result** | **then** | **until** | **var** | **while**

9.1.6. Klíčové slovo INCLUDE

Klíčové slovo INCLUDE nereprezentuje v jazyku *OM Script* příkaz ve smyslu vykonání operace algoritmu skriptu. Klíčové slovo INCLUDE slouží ke slučování souborů skriptu. Konstrukce má následující tvar:

INCLUDE *fname*,

kde *fname* je řetězcový literál, dříve definovaná řetězcová konstanta nebo řetězcový parametr skriptu.

Uvedená konstrukce INCLUDE může být použita kdekoli ve skriptu mezi libovolnými dvěma lexikálními elementy. Podmínkou je, že hodnota fname musí reprezentovat existující

textový soubor se zadanou absolutní[8], nebo relativní cestou k tomuto souboru. Při použití relativní cesty (nebo jména souboru bez uvedení cesty) je umístění specifikovaného souboru vztaženo k umístění aktuálního souboru (tzn. toho, který obsahuje příslušný příkaz INCLUDE).

Při zpracování skriptu je daná konstrukce nahrazena obsahem uvedeného souboru, tj. dojde k vložení souboru *fname* na místo příkazu INCLUDE. Pro korektní zpracování skriptu je nutné, aby po vložení souboru a sloučení s původním skriptem měl nový skript platnou strukturu (tzn. aby vyhovoval syntaxi jazyka *OM Script*). V opačném případě interpret jazyka *OM Script* ohlásí chybu a ukončí provádění skriptu.

Typickým příkladem, kde je použití příkazu INCLUDE žádoucí, je vložení souboru obecných konstant a funkcí, které jsou sdílené mezi různými skripty.

9.1.7. Speciální konstanty

Programovací jazyk *OM Script* má vyhrazeno několik identifikátorů pro názvy speciálních konstanty s různým významem. Význam těchto konstant lze najít v uživatelském manuálu k prostředí *RunScript*, který vzhledem ke svému rozsahu není přílohou této diplomové práce.

Do skupiny speciálních konstant patří následující identifikátory:

False, *True*, *DevModeStandard*, *DevModeModbus*, *Universal*, *ChipTypeAuto*, *ChipTypeAtmel*, *ChipTypeAtmelEmpty*, *ChipTypeNec*, *ChipTypeNec78K*.

---

[8] Absolutní cesta k souboru je určena úplnou polohou souboru na disku bez ohledu na umístění aktuálního souboru. Relativní cesta k souboru je určena polohou souboru vzhledem k umístění aktuálního souboru.

9.1.8. Zabudované funkce

Jazyk *OM Script* obsahuje mnoho zabudovaných funkcí. Možnostmi, které zabudované funkce poskytují uživateli, lze jazyk *OM Script* přirovnat k jazyku Pascal či C. Vzhledem k velkému počtu zabudovaných funkcí jsou názvy funkcí a jejich význam uvedeny v tabulce, která je součástí příloh k této diplomové práce. Podrobný popis zabudovaných funkcí pak lze nalézt v uživatelské příručce k prostředí *RunScript*.

9.1.9. Speciální symboly

Do skupiny speciálních symbolů spadají operátory, oddělovací elementy a ohraničující elementy. Speciální symboly jsou tvořeny samostatným non-alfanumerickým znakem nebo dvojicí non-alfanumerických znaků. Tabulka 7 uvádí přehled speciálních symbolů jazyka *OM Script*.

Tabulka 7: Přehled speciálních symbolů v jazyku OM Script

Symbol	ASCII kód	Význam
=	61	Operátor "rovná se"
<	60	Operátor "menší než"
>	62	Operátor "větší než"
<=	60, 61	Operátor "menší nebo rovno"
>=	62, 61	Operátor "větší nebo rovno"
<>	60, 62	Operátor "nerovná se"
!=	33, 61	Operátor "nerovná se"
+	43	Operátor sčítání
-	45	Operátor odečítání
*	42	Operátor násobení
/	47	Operátor dělení
%	37	Operátor "modulo"
^	94	Operátor mocniny
&	38	Operátor logického součinu
|	124	Operátor logického součtu

!	33	Operátor negace
?	63	Operátor ternární operace
:	58	Operátor ternární operace; příkaz case
;	59	Oddělovač příkazů a definic
,	44	Oddělovač parametrů a argumentů
.	46	Operátor přístupu k metodě objektu
(	40	Levá kulatá závorka
)	41	Pravá kulatá závorka
[	91	Levá hranatá závorka
]	93	Pravá hranatá závorka

9.1.9.1. Formální specifikace elementu Operator

Tabulka 8 uvádí přehled operátorů v jazyce *OM Script*.

Tabulka 8: Operátory v jazyku OM Script

Operátor		Symboly
<relop>	→	= | < | > | <= | >= | <> | **!=**
<addop>	→	+ | **-**
<mulop>	→	* | / | % | ^ | **&**

9.1.9.2. Formální specifikace oddělovacích elementů

Následující znaky mají speciální význam oddělovacích elementů v jazyku *OM Script*:

- SPACE (ASCII: #32)
- TAB (ASCII: #9)
- EOL (= <CR>, <LF>, <CR><LF>; ASCII: #13, #10)
- <comment>
- <comment> → '//' x* EOL | '/*' x* '*/'
- x = ASCII char

Speciálním případem oddělovacího elementu je komentář. Komentář lze do v jazyku *OM Script* zapsat dvěma způsoby:

- Dvojice lomítek „//“ uvozuje komentář od dané pozice do konce řádku
- Dvojice znaků „/*“ a „*/“ ohraničují komentář kdekoli mezi elementy skriptu. Komentář zapsaný tímto způsobem může být víceřádkový.

9.1.9.3. Formální specifikace ohraničujících elementů

Tabulka 9 uvádí přehled oddělovacích elementů jazyka *OM Script*.

Tabulka 9: Přehled oddělovacích elementů jazyka OM Script

,	;	.	?	:	(	)	[	]	!	'	'

9.2. Gramatika jazyka OM Script

Po předchozí kapitole, která byla zaměřena na popis lexikálních elementů jazyka *OM Script*, bude tato kapitola zaměřena na formální popis gramatiky jazyka *OM Script*.

Pojem gramatika označuje v lingvistice a informatice strukturu, která popisuje formální jazyk. Tento název byl zvolen právě kvůli podobnosti s gramatikami používanými v přirozených jazycích. [15]

Gramatika G je čtveřice (**N**, **Σ**, **P**, **S**), kde [15]:

1. **N** je konečná množina neterminálních symbolů (neterminálů).
2. **Σ** je konečná množina terminálních symbolů tak, že žádný symbol nepatří do **N** a **Σ** zároveň.
3. **P** je konečná množina odvozovacích pravidel, kde každé pravidlo má tvar (6)

$$(\Sigma \cup N)^* N (\Sigma \cup N)^* \rightarrow (\Sigma \cup N)^* \tag{6}$$

4. **S** je prvek z **N** nazývaný startovací symbol.

Gramatika generující jazyk *OM Script* je označována jako bezkontextová. Bezkontextová gramatika je taková gramatika $G = (\mathbf{N}, \mathbf{\Sigma}, \mathbf{P}, \mathbf{S})$, která obsahuje pouze pravidla ve tvaru (7) [15].

$$A \rightarrow (\Sigma \cup N)^*; \text{A je neterminál} \tag{7}$$

9.2.1. Pravidla gramatiky pro výrazy jazyka OM Script

Přepisovací pravidla bezkontextové gramatiky, která generuje výrazy v jazyku *OM Script*, ukazuje Tabulka 10.

Tabulka 10: Gramatika jazyka OM Script generující výrazy.

Neterminál		Přepisovací pravidlo
ExprList	→	Expression [, ExprList]
Expression	→	RelExp | RelExp **?** RelExp **:** RelExp
RelExp	→	SimExp | RelExp <relop> SimExp
SimExp	→	Term | SimExp <addop> Term | SimExp '|' Term
Term	→	Factor | Term <mulop> Factor
Factor	→	(Expression) | <number> | <string> | <ident> | **!** Factor | <addop> Factor | Function | <ident> . Function | '[' ExprList ']' | ident '[' ExprList ']'

9.2.2. Gramatika pro příkazy jazyka OM Script

Přepisovací pravidla bezkontextové gramatiky, která generuje příkazy v jazyku *OM Script*, ukazuje Tabulka 11.

Tabulka 11: Gramatika jazyka OM Script generující příkazy.

Neterminál		Přepisovací pravidlo
StatementList	→	Statement [**;** StatementList]
Statement	→	Assignment | Function | <ident> **.** Function | IfThenElse | CaseOf | WhileDo | DoUntil
Assignment	→	<ident> = Expression | **result** = Expression
Function	→	FunctionName **(** [AttrList] **)** | FunctionName **(** [ExprList] **)**
FunctionName	→	<ident>
AttrList	→	Attribute [; AttrList] | Attribute [, AttrList]
Attribute	→	AttrName = Expression
AttrName	→	<ident>
IfThenElse	→	**if** RelExp **then** **(** StatementList **)** [**else** **(** StatementList **)**]
CaseOf	→	**case** Expression **of** **(** CaseStatList **)**
CaseStatList	→	CaseStat [; CaseStatList]
CaseStat	→	ExprList : **(** StatementList **)** | **else** [:] **(** StatementList)
WhileDo	→	**while** RelExp **do** **(** StatementList **)**
DoUntil	→	**do** **(** StatementList **)** **until** RelExp

9.2.3. Obecná gramatika jazyka OM Script

Přepisovací pravidla bezkontextové gramatiky, která generuje jazyk *OM Script,* ukazuje Tabulka 12. Gramatika jazyka *OM Script* je založena na dvou výše uvedených gramatikách generujících výrazy a příkazy tohoto jazyka.

Tabulka 12: Gramatika generující jazyk OM Script.

Neterminál		Přepisovací pravidlo
Script	→	[Parameters] [Definitions] ScriptBody
Parameters	→	**parameters** **(** IdentList **)**

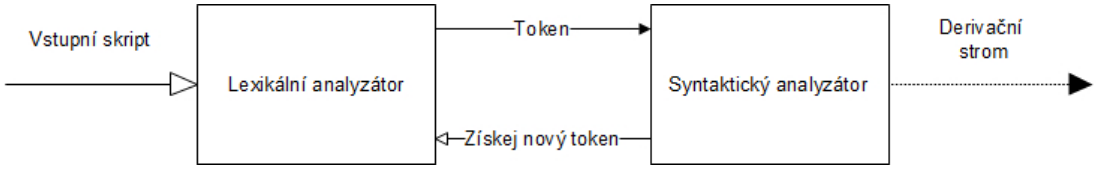
IdentList	→	<ident> [**,** IdentList]
Definitions	→	Definition [**;** Definitions]
Definition	→	GlobalVar | ConstDef | FuncDef
CGlobalVarList	→	CGlobalVar [; CGlobalVarList]
GlobalVar	→	**var** CGlobalVar | **var** **(** CGlobalVarList **)**
ConstDef	→	**const** CAssignment | **const** **(** CAssignList **)**
CAssignList	→	CAssignment [**;** CAssignList]
CGlobalVar	→	<ident>
CAssignment	→	<ident> = Expression
FuncDef	→	**function** FunctionName **(** [IdentList] **)** **(** StatementList **)**
ScriptBody	→	**body** **(** StatementList **)**

9.3. Spuštění skriptu

Jako první krok při každém pokusu o spuštění skriptu v prostředí *RunScript* je provedena lexikální analýza vstupního skriptu. Lexikální analyzátor (scanner) rozdělí vstupní posloupnost znaků lexikální elementy (lexémy). Nalezené lexémy jsou interně reprezentovány ve formě tokenů. Tokeny jsou dále poskytnuty ke zpracování syntaktickému analyzátoru. Dalším úkolem, který má lexikální analyzátor na starost, je odstranění komentářů a mezer ze skriptu. Lexikální analyzátor vyhledává lexémy podle pravidel gramatiky pro lexikální elementy uvedené v kapitole *9.1. Lexikální elementy jazyka OM Script*. Chyba ve vstupním skriptu je uživateli ohlášena, pokud lexikální analyzátor při zpracování lexikálních elementů objeví na vstupu nedovolený znak. (tj. znak odporující pravidlům pro lexikální elementy jazyka *OM Script*).

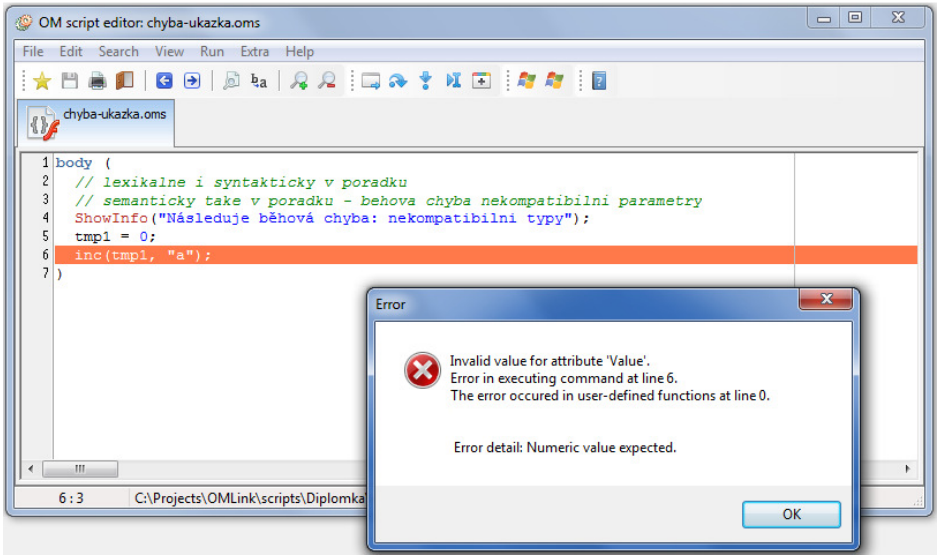
Syntaktický analyzátor (parser) analyzuje posloupnost vstupních tokenů s cílem ověřit, zda zkoumaná posloupnost tokenů patří do jazyka *OM Script* (splňuje podmínky gramatiky jazyka *OM Script*).

Proces zpracování vstupu při spuštění skriptu je znázorněn na Obrázku 4.



Obrázek 4: Blokové schéma zpracování skriptu

Jestliže je vstupní skript z pohledu lexikální i syntaktické analýzy v pořádku, postará se prostředí *RunScript* o jeho interpretaci. Ani lexikální a syntaktická analýza však nemůže předejít chybám, které jsou vyhodnocovány až při běhu skriptu. Příklad chyby, která je zjištěna až za běhu skriptu, je zachycen na Obrázku 5.



Obrázek 5: Zachycená běhová chyba skriptu

10. Kalibrace přístroje OM 402UNI pomocí kalibračního systému

Předchozí kapitoly diplomové práce popisovaly implementovaný kalibrační systém pro automatickou kalibraci z pohledu teorie, kdy byl postupně podrobně představen vyvinutý skriptovací jazyk *OM Script* a prostředí pro vývoj a interpretaci tohoto jazyka *RunScript*. Tato kapitola proto v základních bodech představí skript provádějící kalibraci přístroje OM 402UNI.

10.1. Načtení údajů z databáze podnikového IS

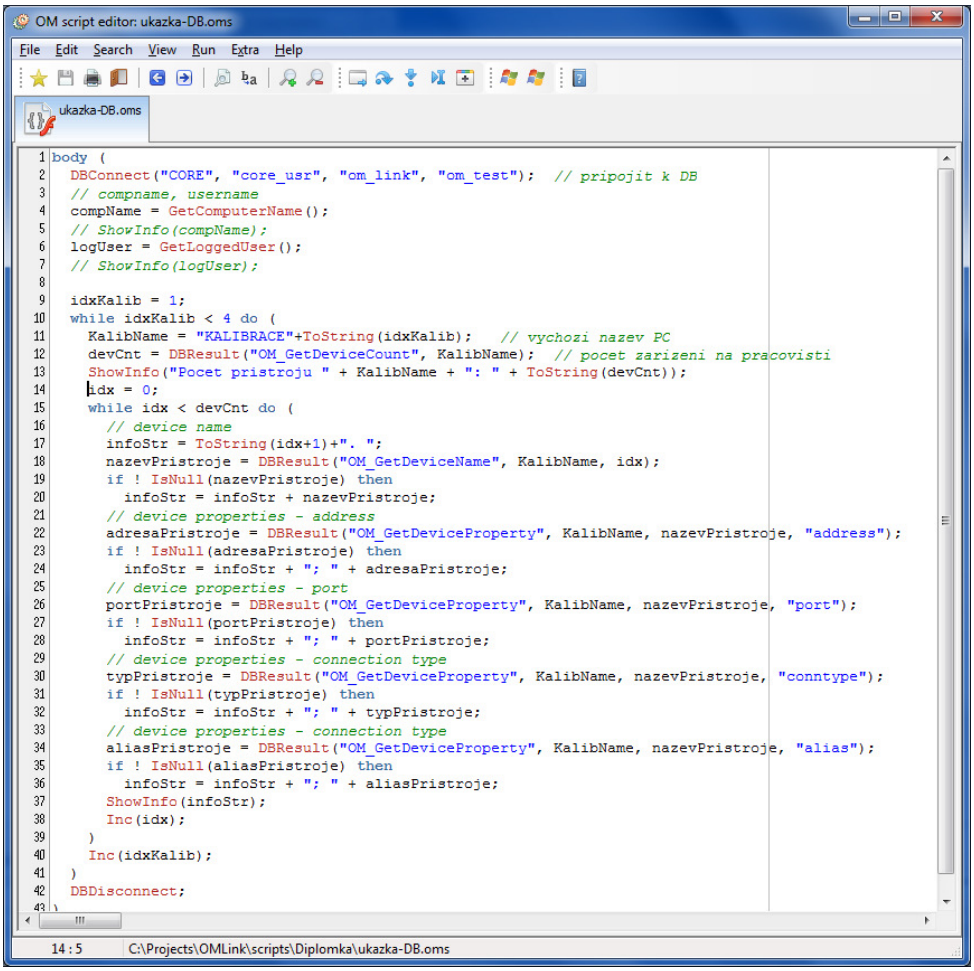
Prvním krokem kalibračního skriptu před samotnou kalibrací měřicího zařízení je načtení informací o kalibračním pracovišti a měřicím zařízení určenému ke kalibraci. Požadované údaje jsou uchovávány v databázi podnikového informačního systému (dále pro úsporu místa označováno jako IS). Z důvodu nastavené bezpečnostní politiky ve společnosti, nemá jazyk *OM Script* přímý přístup do vnitřních tabulek databáze podnikového IS, proto je pro načtení údajů z databáze podnikového IS použito volání databázových procedur a funkcí uložených v databázovém serveru.

10.1.1. Údaje o kalibračním pracovišti

Při zjišťování údajů o kalibračním pracovišti je nutné načíst tyto údaje:

- ID pracovníka provádějícího měření. Z ID lze dalším dotazem zjistit plné jméno pracovníka.
- Zjistit dostupná měřicí a ověřovací zařízení na kalibračním pracovišti
- Zjistit adresu a typ komunikačního kanálu pro každé z dostupných měřicích a ověřovacích zařízení na kalibračním pracovišti
- Zjistit adresu sdíleného měřidla pro teplotu a vlhkost vzduchu v kalibrační laboratoři

Na Obrázku 6 následuje příklad, jak v jazyku *OM Script* načíst údaje o dostupných zařízeních na kalibračním pracovišti. Kalibrační pracoviště mají názvy *KALIBRACE1*, *KALIBRACE2*, *KALIBRACE3*.




```
1  body (
2    DBConnect("CORE", "core_usr", "om_link", "om_test");  // pripojit k DB
3    // compname, username
4    compName = GetComputerName();
5    // ShowInfo(compName);
6    logUser = GetLoggedUser();
7    // ShowInfo(logUser);
8
9    idxKalib = 1;
10   while idxKalib < 4 do (
11     KalibName = "KALIBRACE"+ToString(idxKalib);   // vychozi nazev PC
12     devCnt = DBResult("OM_GetDeviceCount", KalibName);  // pocet zarizeni na pracovisti
13     ShowInfo("Pocet pristroju " + KalibName + ": " + ToString(devCnt));
14     idx = 0;
15     while idx < devCnt do (
16       // device name
17       infoStr = ToString(idx+1)+". ";
18       nazevPristroje = DBResult("OM_GetDeviceName", KalibName, idx);
19       if ! IsNull(nazevPristroje) then
20         infoStr = infoStr + nazevPristroje;
21       // device properties - address
22       adresaPristroje = DBResult("OM_GetDeviceProperty", KalibName, nazevPristroje, "address");
23       if ! IsNull(adresaPristroje) then
24         infoStr = infoStr + "; " + adresaPristroje;
25       // device properties - port
26       portPristroje = DBResult("OM_GetDeviceProperty", KalibName, nazevPristroje, "port");
27       if ! IsNull(portPristroje) then
28         infoStr = infoStr + "; " + portPristroje;
29       // device properties - connection type
30       typPristroje = DBResult("OM_GetDeviceProperty", KalibName, nazevPristroje, "conntype");
31       if ! IsNull(typPristroje) then
32         infoStr = infoStr + "; " + typPristroje;
33       // device properties - connection type
34       aliasPristroje = DBResult("OM_GetDeviceProperty", KalibName, nazevPristroje, "alias");
35       if ! IsNull(aliasPristroje) then
36         infoStr = infoStr + "; " + aliasPristroje;
37       ShowInfo(infoStr);
38       Inc(idx);
39     )
40     Inc(idxKalib);
41   )
42   DBDisconnect;
43 )
```

Obrázek 6: Komunikace s databází v jazyku OM Script

10.1.2. Údaje o kalibrovaném měřicím zařízení

Při zjišťování údajů o kalibrovaném měřicím zařízení jsou načteny tyto údaje:

- Výrobní číslo a konfigurace přístroje určeného ke kalibraci
    - Zjištění napájecího napětí přístroje

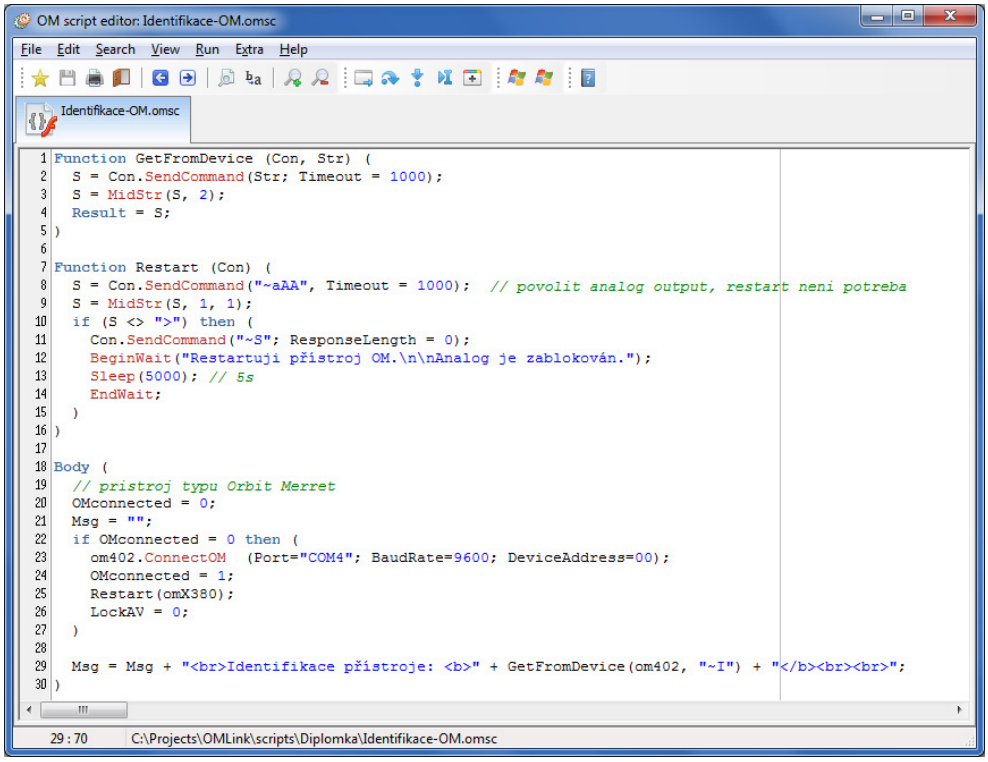
  - Zjištění výbavy přístroje
  - Zjištění počtu vstupních rozsahů (Inputs)
  - Zjištění počtu výstupních rozsahů (Outputs)
  - Zjištění výbavy přístroje: analogový výstup, pomocný zdroj, releové komparátory, a jiné
- Vlastnosti měřicího rozsahu pro každý ze vstupních rozsahů měřeného přístroje
  - Požadovaná přesnost měřicího rozsahu
  - Minimální a maximální hodnoty rozsahu – základní jednotka
  - Minimální a maximální hodnota zobrazení rozsahu – v přepočtených jednotkách
  - Pomocné konstanty, a jiné)
- Komunikační adresa měřeného přístroje

10.2. Kontrola zařízení před kalibrací

Kontrola zařízení před kalibrací zahrnuje následující kontroly:

- Kontrola připojení měřeného přístroje na jeho adrese
- Kontrola připojení ověřovacích a pomocných přístrojů na jejich adresách
- Kontrola funkce připojených přístrojů – typicky se ověří, zda zařízení odpovědělo na dotaz ve stanoveném časovém limitu

Ukázka skriptu pro identifikaci připojeného zařízení je na Obrázku 7.



Obrázek 7: Skript pro identifikaci připojeného zařízení

V případě, že některá prováděná kontrola objeví chybu, nebo kontrolované zařízení neodpoví ve stanoveném časovém limitu, bude kalibrace měřicího zařízení ukončena v tomto bodě bez záznamu kalibračních údajů do databáze podnikového IS.

10.3. Kalibrace přístroje

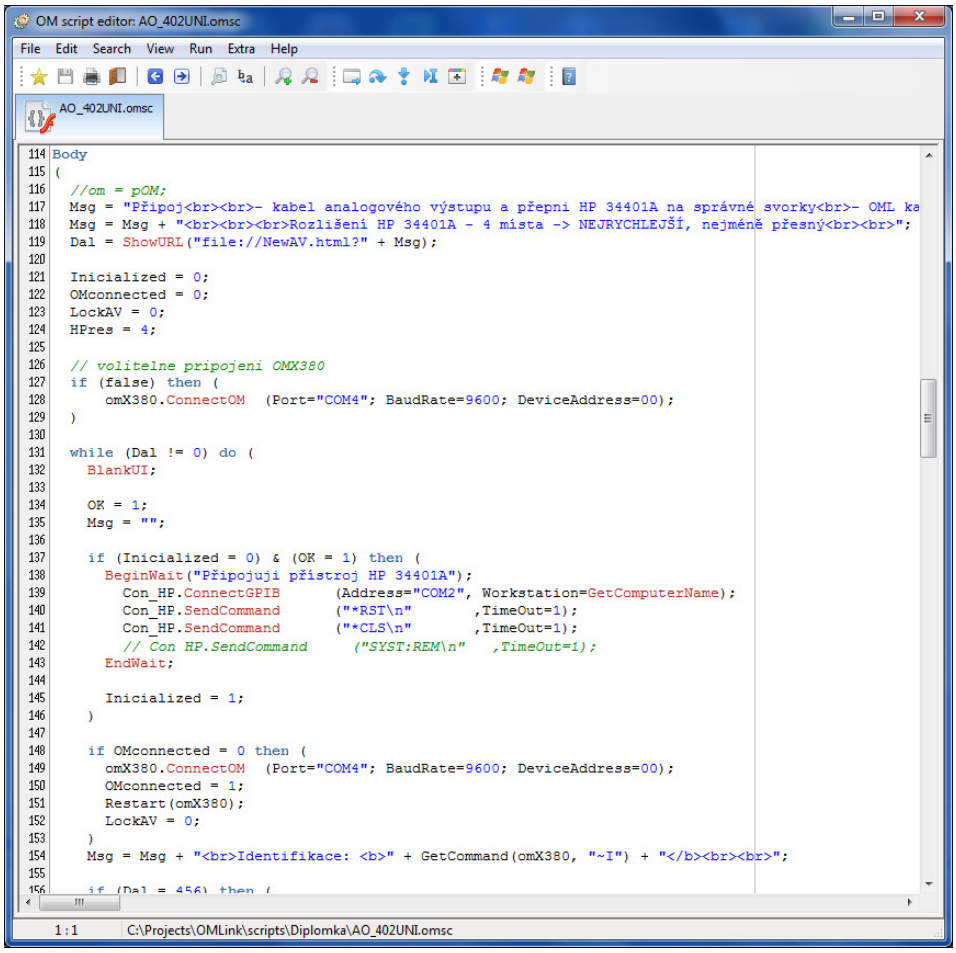
Jestliže se vykonávání skriptu dostalo až do tohoto bodu, pak se podařilo načíst všechny potřebné údaje z databáze podnikového IS a všechny potřebné přístroje jsou správně připojeny a připraveny k použití.

Provádění skriptu pokračuje těmito kroky:

- Zjištění teploty a vlhkosti vzduchu v kalibrační laboratoři
    - komunikace se sdíleným měřidlem teploty a vlhkosti vzduchu po lince RS-232 s protokolem ASCII
- Kalibrace měřicího přístroje OM 402UNI na základě uvedeného kalibračního předpisu
    - Komunikace s kalibrovaným měřicím přístrojem
    - Komunikace s kalibrátorem Meatest M-140
    - Komunikace s přesným ověřovacím přístrojem HP 3458A
    - Komunikace s ověřovacím přístrojem HP 34401A
    - Komunikace s přesnou odporovou dekádou Meatest M622
    - Ovládání kalibračního kabelu – přepínání měřicí cesty podle požadovaného rozsahu
- Uložení získaných kalibračních údajů do databáze podnikového IS

Komunikace s měřeným přístrojem je umožněna pouze po lince RS-232, RS-485, nebo OM-Link, ve všech případech je však použit protokol ASCII. Měřicí přístroje společnosti Orbit Merret, s.r.o. používají vlastní ASCII protokol se speciální konstrukcí příkazů. Komunikační protokol přístroje OM 402UNI je k dispozici na internetových stránkách technické podpory výrobků společnosti [17].

Ukázka skriptu pro připojení přístroje Orbit Merret a připojení zařízení, které komunikuje po lince GPIB je na Obrázku 7.



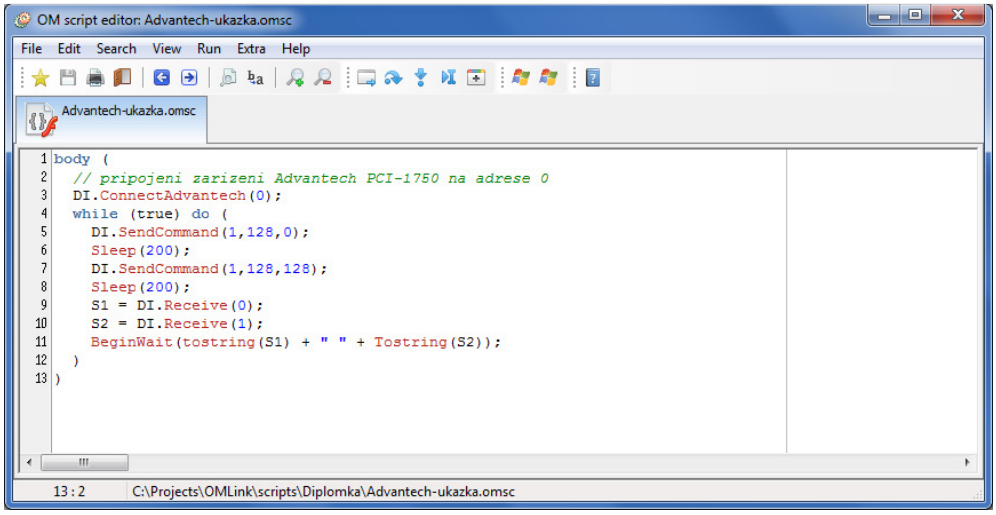
Obrázek 8: Připojení OM a GPIB přístrojů v jazyku OM Script

Komunikace s kalibrátorem je vedena výhradně po sběrnici GPIB. Kalibrátor je pro účely kalibrace měřícího zařízení použit pouze jako zdroj signálu generující požadovaný signál o určených vlastnostech. Výstupní signál z kalibrátoru vstupuje do přesného ověřovacího přístroje HP3458A a na vstup kalibrovaného přístroje.

Ověřovací přístroj HP3458A je v metrologickém řádu společnosti Orbit Merret, s.r.o. považován za pracovní etalon, který je navázán na státní etalon prostřednictvím ČMI.

Pro ovládání kalibračního kabelu je použita karta Advantech PCI-1750, kde přepínání měřicích rozsahů kalibrovaného přístroje je řešeno ovládáním 16 digitálních výstupů této karty pomocí skriptu.

Ukázka připojení a komunikace s kartou Advantech PCI-1750 je na Obrázku 9.



Obrázek 9: Připojení a komunikace s kartou Advantech PCI-1750

10.4. Ověření přístroje

Při ověření přístroje se vychází z prakticky stejného postupu jako při kalibraci přístroje. Při ověření přístroje se pro zkoumaný měřicí rozsah zjišťuje odchylka indikovaných hodnot od hodnoty etalonu. Pracovní postup při ověření přístroje je následující:

- Ověření měřicího přístroje OM 402UNI na základě uvedeného kalibračního předpisu
    - Komunikace s kalibrovaným měřicím přístrojem
    - Komunikace s kalibrátorem Meatest M-140
    - Komunikace s přesným ověřovacím přístrojem HP 3458A
    - Komunikace s ověřovacím přístrojem HP 34401A

  - Komunikace s přesnou odporovou dekádou Meatest M622
  - Ovládání kalibračního kabelu – přepínání měřicí cesty podle požadovaného rozsahu
- Uložení naměřených ověřovacích údajů do databáze podnikového IS

Naměřené ověřovací údaje jsou po dokončení ověření uloženy do databáze. Kalibrační skript přístroje OM 402UNI bude v tomto místě ukončen.

11. Trend rozvoje kalibračního systému

Systém pro automatickou kalibraci měřicích přístrojů představený v této práci dokáže pracovat na všech pracovištích kalibrační laboratoře společnosti Orbit Merret. Případná změna v konfiguraci kalibračního pracoviště nemá vliv na funkci kalibračního systému z pohledu nástrojů *OM Script* a *RunScript*, ale projeví se v nutnosti upravit jednotlivé kalibrační skripty pro měřicí přístroje. K systémové změně nástrojů *OM Script* nebo *RunScript* je nutné přistoupit tehdy, pokud současné možnosti těchto nástrojů neumožňují zamýšlenou změnu aplikovat v praxi pouze za pomoci skriptu.

Představený kalibrační systém je závislý na spolupráci podnikového IS. Kromě spojení s podnikovým IS vyžaduje kalibrační systém kontrolní dohled obsluhy provádějící měření a správné zapojení kalibračního kabelu pro možnost programového přepínání měřicí cesty. Pro některé druhy kalibrovaných přístrojů dosud kalibrační kabel pro automatické měření nebyl vytvořen. V těchto případech je tak nutné kalibraci přístroje rozdělit na několik částí, kdy v každé části budou zapojeny jiné svorky kalibrovaného přístroje. Po dokončení jedné části kalibrace (např. jednoho měřicího rozsahu) skript očekává potvrzení obsluhy, že kalibrovaný přístroj je připraven k pokračování s další částí kalibrace.

Zamýšlený trend vývoje kalibračního systému je proto zřejmý: umožnit plně automatickou metrologickou konfirmaci měřicích přístrojů bez nutnosti dohledu obsluhy, pouze s využitím podnikového IS. Takový proces by bylo možné spouštět i v nočních hodinách, což by se kladně projevilo v nárůstu výkonnosti kalibrační laboratoře, zvýšení propustnosti výroby a snížení pracovní zátěže pro pracovníky obsluhy kalibrační laboratoře.

Je také zřejmé, že zamýšlený budoucí vývoj kalibračního systému se neobejde bez změn ve vybavení kalibrační laboratoře, které by umožnily přechod na plně autonomní metrologickou konfirmaci měřicích přístrojů. První kroky k požadovaným změnám již byly učiněny. Do kalibrační laboratoře byla pořízena serverová skříň, do které budou vkládány měřicí přístroje.

Náhradou za kalibrační kabely byly navrženy kalibrační karty, které mají vyšší počet relé pro přepínání měřicí cesty. Rozpracován je také kontaktní přípravek, jehož úkolem bude zajistit kontaktování všech vstupů/výstupů vloženého měřicího zařízení. Takový kontaktní přípravek musí být ze své povahy různý pro různé typy měřicích zařízení. Do serverové skříně je plánováno připojit až 12 měřicích přístrojů současně.

Z pohledu kalibračního systému, jazyku *OM Script* a interpretu jazyka *RunScript*, je plánováno rozšíření podporovaných typů komunikace o ethernetovou komunikaci. Základním protokolem pro ethernetovou komunikaci bude protokol UDP/IP. Druhým plánovaným rozšířením bude možnost volání skriptu ze skriptu pro snadnější provedení celých kalibračních rutin. Výhledově by se představený kalibrační systém, vedle podnikového IS, měl stát druhým nejdůležitějším softwarovým systémem ve společnosti Orbit Merret, s.r.o.

12. Závěr

Cílem diplomové práce bylo navrhnout a implementovat systém pro automatickou kalibraci měřicích přístrojů společnosti Orbit Merret, s.r.o. Výsledky této práce splnily stanovené cíle. Implementovaný systém pro automatickou kalibraci se skládá ze dvou softwarových nástrojů, skriptovacího jazyku *OM Script* a interpretu tohoto jazyka *RunScript*, které dále vyžadují úzkou spolupráci s podnikovým IS.

Představený kalibrační systém je založen na myšlence spuštění kalibračního skriptu v jazyku *OM Script* pro daný typ měřicího přístroje. Řídicím systémem, který kalibrační skript přiřazuje a spouští kalibrační systém, je podnikový IS. Z databáze podnikového IS jsou čtena data o měřicím přístroji určenému k metrologické konfirmaci a zpět do databáze jsou ukládána získaná kalibrační data. Nejdůležitějším výstupem z metrologické konfirmace měřicího přístroje je měřicí protokol. Měřicí protokol sestavuje podnikový IS ze získaných kalibračních dat v databázi.

V první části diplomové práci byly představeny teoretické základy kalibračního systému sestávající z popisu vyvinutého skriptovacího jazyka *OM Script* a funkcí interpretu *RunScript*. Druhá část diplomové práce byla věnována představení kalibračního skriptu pro měřicí přístroj OM 402UNI. Přístroj OM 402UNI představuje univerzální měřicí ústřednu s bohatou možností konfigurace typu vstupu a vstupního rozsahu. Z pohledu metrologické konfirmace se tak jedná o jeden ze složitých přístrojů, kdy je nutné konfirmovat celou řadu vstupních a výstupních rozsahů přístroje.

Jazyk *OM Script* přirozeně nemá takové vyjadřovací možnosti jako pokročilé komerční jazyky, např. Delphi nebo C++. Programátor v jazyku *OM Script* nemůže využívat všech možností, na které je běžně zvyklý z vyšších programovacích jazyků. Předností jazyka *OM Script* je však to, že disponuje mnoha zabudovanými funkcemi vytvořenými speciálně pro účely kalibrační laboratoře společnosti Orbit Merret, s.r.o.

Jako největší problém, na který jsem při vývoji kalibračních skriptů pro měřicí přístroje narazil, bych označil podporu ze strany podnikového IS. Tento IS je spravován externí společností a několik mnou požadovaných návrhů na změny v IS (např. zavedení nové uložené DB funkce) nebylo realizováno v požadovaném časovém horizontu, což způsobilo časové prodlevy ve vývoji kalibračního systému. Správce IS přislíbil zrychlené reflektování požadavků na změny v IS.

Za hlavní přínos této diplomové práce považuji bezesporu vytvoření systému pro kalibraci měřicích přístrojů, který je možné kdykoli rozšířit o nový přístroj prostým přiřazením kalibračního skriptu.

Již nyní jsou známy plány na vylepšení a rozšíření kalibračního systému. Tato skutečnost svědčí o tom, že tento systém se pro společnost Orbit Merret, s.r.o. jeví jako perspektivní řešení.

Seznam použitých zdrojů

[1] TNI 01 0115, *Mezinárodní metrologický slovník - Základní a všeobecné pojmy a přidružené termíny (VIM)*. Praha: ÚNMZ: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009.

[2] E. Cézová, "Metrologie v praxi," in *REQUEST 2006: Sborník příspěvků 1. konference Centra pro jakost a spolehlivost výroby*, C. Doc. RNDr. Gejza Dohnal, Ed. Praha, Česká republika: ČVUT, 2007, ch. 6, pp. 43-52.

[3] V. Šindelář and Z. Tůma, *Metrologie: Její vývoj a současnost*. Praha: Česká metrologická společnost, 2002.

[4] Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. (2009) Metrologie v kostce, 3. doplněné vydání. [Online]. http://www.unmz.cz/files/Sborníky TH/MvK-7-DEF.pdf

[5] Česká republika. (2012) Vyhláška č. 345/2002 Sb. kterou se stanoví měřidla k povinnému ověřování a měřidla podléhající schválení typu. [Online]. http://www.tzb-info.cz/pravni-predpisy/vyhlaska-c-345-2002-sb-kterou-se-stanovi-meridla-k-povinnemu-overovani-a-meridla-podlehajici-schvaleni-typu

[6] Česká republika. (2012) Zákon č. 505/1990 Sb. - o metrologii a související předpisy. [Online]. http://www.tzb-info.cz/pravni-predpisy/zakon-c-505-1990-sb-a-souvisejici-predpisy

[7] Český metrologický institut. (2012) Časté dotazy k problematice metrologie. [Online]. http://www.cmi.cz/index.php?wdc=5&lang=1

[8] U. Helena, *Laboratorní cvičení z fyziky: Nejistoty měřidel a zpracování výsledků*. Praha: VŠCHT, 2001.

[9] World Wide Web Consortium (W3C). (2012) HTML 4.01 Specification. [Online]. http://www.w3.org/TR/REC-html40/

[10] 602SQL Open Server. [Online]. http://sql602.sourceforge.net/

[11] Free Software Foundation. (2012) GNU Lesser General Public License. [Online]. http://www.gnu.org/copyleft/lesser.html

[12] M. Lischke. UniCodeEditor. [Online]. http://www.soft-gems.net/index.php/controls/unicodeeditor-formerly-unicode-syntax-editor

[13] M. Lischke. UNICODE Library. [Online]. http://www.soft-gems.net/index.php/libs/unicode-library

[14] Open Source Initiative. MIT Licence. [Online]. http://opensource.org/licenses/MIT

[15] M. Lischke. Delphi Compiler Generator. [Online]. http://www.lischke-online.de/index.php/tools/delphi-compiler-generator

[16] P. Marie Demlová. (2011) Gramatiky. [Online]. http://math.feld.cvut.cz/demlova/teaching/jag/pred07.pdf

[17] Orbit Merret, spol. s r.o. (2012,) OM 402UNI 78-302: Komunikační protokol přístroje. [Online]. http://www2.merret.cz/podpora/Rs/OM%20402UNI_78-302.htm

[18] J. Boháček, *Metrologie elektrických veličin*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1994.

[19] P. Kocourek and kolektiv, *Číslicové měřicí systémy*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1994.

[20] Agilent Technologies, Inc., *Multimeter Agilent 34401A Service Guide*. 2003.

[21] Hewlett Packard, *Multimeter HP 3458A: Operating, Programming, and Configuration Manual*. 1994.

[22] M. Cantù, *Myslíme v jazyku Delphi 6*. Praha: Grada Publishing, 2002, přeložil Jiří Hynek.

[23] Advantech Corporation, *PCI-1750: 32-Channel Isolated Digital I/O Card Manual*. 2002.

Seznam tabulek

Tabulka 1: Náplň metrologie 3

Tabulka 2: Hodnota koeficientu k pro $n < 10$. 12

Tabulka 3: Vstupní rozsahy přístroje OM 402UNI 16

Tabulka 4: Přesnost přístroje OM 402UNI 16

Tabulka 5: Kalibrace vstupních rozsahů přístroje OM 402UNI 18

Tabulka 6: Přehled speciálních znaků v jazyku OM Script 35

Tabulka 7: Přehled speciálních symbolů v jazyku OM Script 39

Tabulka 8: Operátory v jazyku OM Script 40

Tabulka 9: Přehled oddělovacích elementů jazyka OM Script 41

Tabulka 10: Gramatika jazyka OM Script generující výrazy. 42

Tabulka 11: Gramatika jazyka OM Script generující příkazy. 43

Tabulka 12: Gramatika generující jazyk OM Script. 43

Seznam obrázků

Obrázek 1: Kalibrační hierarchie etalonů 9

Obrázek 2: Blokové schéma zapojení kalibračního pracoviště 23

Obrázek 3: Ukázka zvýrazňovaní syntaxe jazyka pomocí *OMScriptHighlighter*. 31

Obrázek 4: Blokové schéma zpracování skriptu 45

Obrázek 5: Zachycená běhová chyba skriptu 45

Obrázek 6: Komunikace s databází v jazyku OM Script 47

Obrázek 7: Skript pro identifikaci připojeného zařízení 49

Obrázek 8: Připojení OM a GPIB přístrojů v jazyku OM Script 51

Obrázek 9: Připojení a komunikace s kartou Advantech PCI-1750 52

Seznam zkratek

ČMI	Český metrologický institut
DC	Direct Current (stejnosměrný proud)
GPIB	General Purpose Interface Bus (rozhraní pro měřicí a zkušební přístroje, umožňuje přenos dat mezi dvěma nebo více přístroji)
HTML	HyperText Markup Language (značkovací jazyk pro hypertext)
IS	Information System (informační systém)
SQL	Structured Query Language (strukturovaný dotazovací jazyk)
UCE	UniCode Editor (editor UNICODE textu)

Obsah přiloženého CD

K této diplomové práci je přiloženo CD, které vedle elektronické verze diplomové práce a uživatelských manuálů k použitým měřicím přístrojům obsahuje zdrojové kódy vytvořeného systému pro automatickou kalibraci v jazyce Delphi.

Na přiloženém CD jsou rovněž ukázky skriptů v jazyce *OM Script*, které demonstrují možnosti využití jazyka *OM Script* pro kalibraci měřicích přístrojů či jiné úkoly spojené s ovládáním a programováním přístrojů. Vybrané skripty využívají zabudovaných funkcí jazyka *OM Script* a v mnoha případech jsou ukázány i definice vlastních uživatelských funkcí.

Struktura přiloženého CD:

CD	Kořenový adresář CD
DP_Tomas_Stary_2013.pdf	Text diplomové práce ve formátu PDF
Dokumenty	Manuály k použitým ověřovacím a měřicím přístrojům, zadání DP, ostatní dokumenty
Obrazky	Použité snímky obrazovek a elektrická schémata
RunScript	Kalibrační systém, spustitelný soubor, nápověda, zdrojové kódy systému, použité DLL knihovny

Seznam příloh

Příloha A1: Kalibrační protokol přístroje OM402UNI – varianta FULL, jazyk ČJ

Příloha A2: Kalibrační protokol přístroje OM402UNI – varianta FULL, jazyk EN

Příloha B: Schéma zapojení kalibračního pracoviště

Příloha C: Schéma zapojení kalibračního kabelu pro automatickou kalibraci přístroje OM402UNI-A

Příloha D: Tabulka zabudovaných funkcí jazyka *OM Script*

Přílohy

Příloha A1: Kalibrační protokol přístroje OM402UNI - varianta FULL, jazyk ČJ

Měřicí protokol č. 5696/2012

Výrobní číslo přístroje: 1121017044
Typové označení: OM 402UNI_FULL
Výrobce: ORBIT MERRET spol. s r.o.

Analogový výstup: 4 - 20 mA | Typ relé: Spínací | Napájecí napětí: 80-250 VAC | Další příslušenství:
Datový výstup: OM-Link | Počet relé: 4 | Pomocné napětí: 24,000 V

Veličina: **Napětí DC** 0,000 V - 60,000 mV | Měřeno: 20.11.2012 12:41
Zobrazení: 0,00000 - 60,00000 | Povol. chyba z rozsahu: 0,10 % | Teplota: 26,9 °C | Vlhkost: 27,2 %
Kanál: 1 (DC) | Povolená chyba A.V.: 0,10 % | Měření provedl: Josef Koželský | Prac.: 2

Hodnota etalonu	Zobrazení: Požadované	Skutečné	Absolutní odchylka	Relativní chyba [%]	Chyba z dov. tolerance [%]	Analogový výstup: Požadovaný	Skutečný	Absolutní odchylka	Relativní chyba[%]	Chyba z dov. tolerance [%]
-1,356 uV	-0,00135	0,00031	0,00166	0,00	+3 SWT	4,000 mA	4,005 mA	4,773 uA	+0,03	+30 Pass
14,986 mV	14,98570	14,99570	0,01000	+0,02	+17 SWT	7,999 mA	8,002 mA	2,884 uA	+0,02	+18 SWT
29,984 mV	29,98362	29,98900	0,00538	+0,01	+9 SWT	11,997 mA	11,999 mA	1,511 uA	+0,01	+9 SWT
44,983 mV	44,98301	44,98410	0,00109	0,00	+2 SWT	15,996 mA	15,995 mA	-278,000 nA	0,00	-2 SWT
59,980 mV	59,97975	59,97600	-0,00375	-0,01	-6 SWT	19,994 mA	19,994 mA	35,000 nA	0,00	+0 SWT

Výsledky testů: Kontrola (měření 3)
Blok. klávesnice: Pass | Min. napájecí napětí: 78,7 V Pass
Funkce HOLD: Pass | Pomocné napětí: 24,089 V @ 50,3 mA Pass
CJC: ---
Nulování MF: ---
Zálohování: ---
Tára: Pass
Test relé: 1: Pass 3: Pass 5: --- 7: ---
2: Pass 4: Pass 6: --- 8: ---

Hodnoty vnitřních registrů:
ID přístroje: OM 402UNI ,78-301- 60 mV - HW ID:0F3DE0
Kalibroval: JKozelsk
Výrobní číslo: 121017044
Zapnuti: 205 (0x0000CD)
Motohodiny: 2 d. 18 h. 30 m. (0x00010A)

Testy dalších analogových výstupů:

Typ	Požadovaný	Skutečný	Chyba z dov. tolerance [%]
0 - 2 V	1,999 V	2,000 V	+37 Pass
0 - 5 V	4,998 V	4,996 V	-44 Pass
0 - 10 V	9,996 V	9,991 V	-52 Pass
0 - 20 mA	19,992 mA	19,994 mA	+9 SWT
±10 V	9,992 V	9,986 V	-28 Pass
0 - 5 mA	4,998 mA	4,998 mA	+2 SWT

Veličina: **Proud DC** 4,000 mA - 20,000 mA | Měřeno: 20.11.2012 12:45
Zobrazení: 4,00000 - 20,00000 | Povol. chyba z rozsahu: 0,10 % | Teplota: 27,0 °C | Vlhkost: 28,6 %
Kanál: 23 (PM) | Povolená chyba A.V.: 0,10 % | Měření provedl: Josef Koželský | Prac.: 2

Hodnota etalonu	Zobrazení: Požadované	Skutečné	Absolutní odchylka	Relativní chyba [%]	Chyba z dov. tolerance [%]	Analogový výstup: Požadovaný	Skutečný	Absolutní odchylka	Relativní chyba[%]	Chyba z dov. tolerance [%]
4,001 mA	4,00081	4,00098	0,00017	0,00	+1 SWT	4,001 mA	4,005 mA	4,359 uA	+0,03	+27 Pass
8,001 mA	8,00082	8,00231	0,00149	+0,01	+9 SWT	8,002 mA	8,002 mA	-68,400 nA	0,00	+0 SWT
12,006 mA	12,00566	12,00320	-0,00246	-0,02	-15 SWT	12,003 mA	12,005 mA	1,411 uA	+0,01	+9 SWT
16,006 mA	16,00580	16,00450	-0,00130	-0,01	-8 SWT	16,005 mA	16,007 mA	2,823 uA	+0,02	+18 SWT
20,006 mA	20,00552	20,00470	-0,00082	-0,01	-5 SWT	20,000 mA	20,005 mA	5,334 uA	+0,03	+33 Pass

Výsledky testů: Kontrola (měření 3)
Blok. klávesnice: Pass | Min. napájecí napětí: ---
Funkce HOLD: Pass | Pomocné napětí: 24,085 V @ 50,3 mA Pass
CJC: ---
Nulování MF: ---
Zálohování: ---
Tára: Pass
Test relé: 1: --- 3: --- 5: --- 7: ---
2: --- 4: --- 6: --- 8: ---

Veličina: **Napětí DC** 0,000 V - 5,000 V | Měřeno: 20.11.2012 12:47
Zobrazení: 0,000000 - 5,000000 | Povol. chyba z rozsahu: 0,10 % | Teplota: 27,0 °C | Vlhkost: 28,3 %
Kanál: 25 (PM) | Povolená chyba A.V.: 0,10 % | Měření provedl: Josef Koželský | Prac.: 2

Hodnota etalonu	Zobrazení: Požadované	Skutečné	Absolutní odchylka	Relativní chyba [%]	Chyba z dov. tolerance [%]	Analogový výstup: Požadovaný	Skutečný	Absolutní odchylka	Relativní chyba[%]	Chyba z dov. tolerance [%]
-7,578 uV	-0,000007	0,000200	0,000207	0,00	+4 SWT	4,001 mA	4,006 mA	4,875 uA	+0,03	+30 Pass
1,250 V	1,249968	1,249470	-	-0,01	-10 SWT	7,998 mA	8,002 mA	4,069 uA	+0,03	+25 Pass
2,500 V	2,500006	2,498770	-	-0,02	-25 Pass	11,996 mA	11,999 mA	3,107 uA	+0,02	+19 SWT
3,750 V	3,749954	3,748000	-	-0,04	-39 Pass	15,994 mA	15,996 mA	2,649 uA	+0,02	+17 SWT
5,000 V	4,999904	4,997050	-	-0,06	-57 Pass	19,991 mA	19,994 mA	3,761 uA	+0,02	+24 Pass

Výsledky testů: Kontrola (měření 3)
Blok. klávesnice: Pass | Min. napájecí napětí: ---
Funkce HOLD: Pass | Pomocné napětí: 24,083 V @ 50,3 mA Pass
CJC: ---
Nulování MF: ---
Zálohování: ---
Tára: Pass
Test relé: 1: --- 3: --- 5: --- 7: ---
2: --- 4: --- 6: --- 8: ---

Veličina: **Napětí DC** 0,000 V - 10,000 V | Měřeno: 20.11.2012 12:48
Zobrazení: 0,00000 - 10,00000 | Povol. chyba z rozsahu: 0,10 % | Teplota: 26,9 °C | Vlhkost: 27,9 %
Kanál: 26 (PM) | Povolená chyba A.V.: 0,10 % | Měření provedl: Josef Koželský | Prac.: 2

Hodnota etalonu	Zobrazení: Požadované	Skutečné	Absolutní odchylka	Relativní chyba [%]	Chyba z dov. tolerance [%]	Analogový výstup: Požadovaný	Skutečný	Absolutní odchylka	Relativní chyba[%]	Chyba z dov. tolerance [%]
-844,864 uV	-0,00084	0,00002	0,00086	+0,01	+9 SWT	4,000 mA	4,006 mA	5,487 uA	+0,03	+34 Pass
2,500 V	2,50000	2,50066	0,00066	+0,01	+7 SWT	8,001 mA	8,002 mA	1,361 uA	+0,01	+9 SWT
5,000 V	4,99990	5,00029	0,00039	0,00	+4 SWT	12,000 mA	12,005 mA	4,390 uA	+0,03	+27 Pass

ORBIT MERRET, spol s.r.o., Vodňanská 675/30, Praha 9; tel: +420 281 040 200

Měřicí protokol č. 5696/2012

Výrobní číslo přístroje: 1121017044
Typové označení: OM 402UNI_FULL
Výrobce: ORBIT MERRET spol. s r.o.

7,500 V	7,49969	7,49979	0,00010	0,00	+1 SWT	16,000 mA	16,002 mA	2,172 uA	+0,01	+14 SWT
10,000 V	9,99966	9,99939	-0,00027	0,00	-3 SWT	19,999 mA	20,000 mA	965,000 nA	+0,01	+6 SWT

Výsledky testů: Kontrola (měření 3)

CJC: ---
Nulování MF: ---
Zálohování: ---
Tára: Pass

Test relé:
1: --- 3: --- 5: --- 7: ---
2: --- 4: --- 6: --- 8: ---

Blok. klávesnice: Pass Min. napájecí napětí: ---
Funkce HOLD: Pass Pomocné napětí: 24,083 V @ 50,3 mA Pass

Veličina: **Napětí DC** 0,000 V - 40,000 V — Měřeno: 20.11.2012 12:49
Zobrazení: 0,00000 - 40,00000 — Povol. chyba z rozsahu: 0,10 % — Teplota: 26,9 °C — Vlhkost: 28,1 %
Kanál: 27 (PM) — Povolená chyba A.V.: 0,10 % — Měření provedl: Josef Koželský Prac.: 2

Hodnota etalonu	Zobrazení: Požadované	Skutečné	Absolutní odchylka	Relativní chyba [%]	Chyba z dov. tolerance [%]	Analogový výstup: Požadovaný	Skutečný	Absolutní odchylka	Relativní chyba[%]	Chyba z dov. tolerance [%]
-825,981 uV	-0,00082	-0,00130	-0,00048	0,00	-1 SWT	4,000 mA	4,006 mA	5,531 uA	+0,03	+35 Pass
10,000 V	9,99965	9,99774	-0,00191	0,00	-5 SWT	7,999 mA	8,003 mA	3,464 uA	+0,02	+22 Pass
19,999 V	19,99938	19,99710	-0,00228	-0,01	-6 SWT	11,999 mA	11,999 mA	582,000 nA	0,00	+4 SWT
30,000 V	30,00005	29,99700	-0,00305	-0,01	-8 SWT	15,999 mA	16,002 mA	3,117 uA	+0,02	+19 SWT
39,999 V	39,99877	39,99550	-0,00327	-0,01	-8 SWT	19,998 mA	20,000 mA	1,749 uA	+0,01	+11 SWT

Výsledky testů: Kontrola (měření 3)

CJC: ---
Nulování MF: ---
Zálohování: ---
Tára: Pass

Test relé:
1: --- 3: --- 5: --- 7: ---
2: --- 4: --- 6: --- 8: ---

Blok. klávesnice: Pass Min. napájecí napětí: ---
Funkce HOLD: Pass Pomocné napětí: 24,083 V @ 50,3 mA Pass

Veličina: **Odpor** 0,000 Ohm - 10,000 kOhm — Měřeno: 20.11.2012 12:51
Zobrazení: 0,00000 - 10,00000 — Povol. chyba z rozsahu: 0,10 % — Teplota: 26,9 °C — Vlhkost: 27,8 %
Kanál: 43 (OHM 2W) — Povolená chyba A.V.: 0,10 % — Měření provedl: Josef Koželský Prac.: 2

Hodnota etalonu	Zobrazení: Požadované	Skutečné	Absolutní odchylka	Relativní chyba [%]	Chyba z dov. tolerance [%]	Analogový výstup: Požadovaný	Skutečný	Absolutní odchylka	Relativní chyba[%]	Chyba z dov. tolerance [%]
0,000 Ohm	0,00000	-0,00040	-0,00040	0,00	-4 SWT	4,000 mA	4,006 mA	5,597 uA	+0,03	+35 Pass
2,500 kOhm	2,50000	2,50019	0,00019	0,00	+2 SWT	8,000 mA	8,003 mA	2,224 uA	+0,01	+14 SWT
5,000 kOhm	5,00000	5,00074	0,00074	+0,01	+7 SWT	12,001 mA	12,005 mA	3,770 uA	+0,02	+24 Pass
7,500 kOhm	7,50000	7,50153	0,00153	+0,02	+15 SWT	16,002 mA	16,002 mA	-491,000 nA	0,00	-3 SWT
10,000 kOhm	10,00000	10,00150	0,00150	+0,02	+15 SWT	20,000 mA	20,006 mA	5,617 uA	+0,04	+35 Pass

Výsledky testů: Kontrola (měření 3)

CJC: ---
Nulování MF: ---
Zálohování: ---
Tára: Pass

Test relé:
1: --- 3: --- 5: --- 7: ---
2: --- 4: --- 6: --- 8: ---

Blok. klávesnice: Pass Min. napájecí napětí: ---
Funkce HOLD: Pass Pomocné napětí: ---

Veličina: **Odpor** 0,000 Ohm - 100,000 kOhm — Měřeno: 20.11.2012 12:52
Zobrazení: 0,0000 - 100,0000 — Povol. chyba z rozsahu: 0,10 % — Teplota: 26,9 °C — Vlhkost: 27,7 %
Kanál: 44 (OHM 2W) — Povolená chyba A.V.: 0,10 % — Měření provedl: Josef Koželský Prac.: 2

Hodnota etalonu	Zobrazení: Požadované	Skutečné	Absolutní odchylka	Relativní chyba [%]	Chyba z dov. tolerance [%]	Analogový výstup: Požadovaný	Skutečný	Absolutní odchylka	Relativní chyba[%]	Chyba z dov. tolerance [%]
0,000 Ohm	0,0000	-0,0074	-0,0074	-0,01	-7 SWT	4,000 mA	4,006 mA	5,771 uA	+0,04	+36 Pass
25,000 kOhm	25,0000	25,0095	0,0095	+0,01	+9 SWT	8,002 mA	8,003 mA	1,205 uA	+0,01	+8 SWT
50,000 kOhm	50,0000	50,0191	0,0191	+0,02	+19 SWT	12,003 mA	12,005 mA	2,040 uA	+0,01	+13 SWT
75,000 kOhm	75,0000	75,0258	0,0258	+0,03	+26 Pass	16,004 mA	16,008 mA	3,538 uA	+0,02	+22 Pass
100,000 kOhm	100,0000	100,0150	0,0150	+0,02	+15 SWT	20,000 mA	20,006 mA	5,798 uA	+0,04	+36 Pass

Výsledky testů: Kontrola (měření 3)

CJC: ---
Nulování MF: ---
Zálohování: ---
Tára: Pass

Test relé:
1: --- 3: --- 5: --- 7: ---
2: --- 4: --- 6: --- 8: ---

Blok. klávesnice: Pass Min. napájecí napětí: ---
Funkce HOLD: Pass Pomocné napětí: ---

Veličina: **Odpor** 0,000 Ohm - 100,000 Ohm — Měřeno: 20.11.2012 12:54
Zobrazení: 0,0000 - 100,0000 — Povol. chyba z rozsahu: 0,10 % — Teplota: 26,9 °C — Vlhkost: 27,9 %
Kanál: 49 (OHM 4W) — Povolená chyba A.V.: 0,10 % — Měření provedl: Josef Koželský Prac.: 2

Hodnota etalonu	Zobrazení: Požadované	Skutečné	Absolutní odchylka	Relativní chyba [%]	Chyba z dov. tolerance [%]	Analogový výstup: Požadovaný	Skutečný	Absolutní odchylka	Relativní chyba[%]	Chyba z dov. tolerance [%]
0,000 Ohm	0,0000	0,0054	0,0054	+0,01	+5 SWT	4,001 mA	4,006 mA	4,999 uA	+0,03	+31 Pass
25,000 Ohm	25,0000	24,9892	-0,0108	-0,01	-11 SWT	7,998 mA	8,003 mA	4,476 uA	+0,03	+28 Pass
50,000 Ohm	50,0000	49,9944	-0,0056	-0,01	-6 SWT	11,999 mA	12,000 mA	404,000 nA	0,00	+3 SWT
75,000 Ohm	75,0000	74,9985	-0,0015	0,00	-1 SWT	16,000 mA	16,002 mA	2,399 uA	+0,01	+15 SWT
100,000 Ohm	100,0000	100,0010	0,0010	0,00	+1 SWT	20,000 mA	20,006 mA	6,000 uA	+0,04	+37 Pass

Výsledky testů: Kontrola (měření 3)

CJC: ---
Nulování MF: ---
Zálohování: ---
Tára: Pass

Test relé:
1: --- 3: --- 5: --- 7: ---
2: --- 4: --- 6: --- 8: ---

Blok. klávesnice: Pass Min. napájecí napětí: ---
Funkce HOLD: Pass Pomocné napětí: ---

Veličina: **Teplota** -200,000 °C - 850,000 °C — Měřeno: 20.11.2012 12:55
Zobrazení: -200,000 - 850,000 — Povol. chyba z rozsahu: 0,15 % — Teplota: 27,0 °C — Vlhkost: 28,4 %
Kanál: 65 (RTD Pt100EU 3W) — Povolená chyba A.V.: 0,10 % — Měření provedl: Josef Koželský Prac.: 2

ORBIT MERRET, spol s.r.o., Vodňanská 675/30, Praha 9; tel: +420 281 040 200

Měřicí protokol č. 5696/2012

Výrobní číslo přístroje: 1121017044
Typové označení: OM 402UNI_FULL
Výrobce: ORBIT MERRET spol. s r.o.

Hodnota etalonu	Zobrazení: Požadované	Skutečné	Absolutní odchylka	Relativní chyba [%]	Chyba z dov. tolerance [%]	Analogový výstup: Požadovaný	Skutečný	Absolutní odchylka	Relativní chyba[%]	Chyba z dov. tolerance [%]
-200,000 ℃	-200,000	-199,980	0,020	0,00	+1 SWT	4,000 mA	4,006 mA	5,488 uA	+0,03	+34 Pass
62,500 ℃	62,500	62,606	0,106	+0,01	+7 SWT	8,002 mA	8,003 mA	1,006 uA	+0,01	+6 SWT
325,000 ℃	325,000	325,214	0,214	+0,02	+14 SWT	12,003 mA	12,005 mA	1,814 uA	+0,01	+11 SWT
587,500 ℃	587,500	587,772	0,272	+0,03	+17 SWT	16,004 mA	16,008 mA	3,541 uA	+0,02	+22 Pass
850,000 ℃	850,000	850,388	0,388	+0,04	+25 Pass	20,000 mA	20,006 mA	5,818 uA	+0,04	+36 Pass

Výsledky testů: Kontrola (měření 3)

Blok. klávesnice: Pass Min. napájecí napětí: ---
Funkce HOLD: Pass Pomocné napětí: ---

CJC: ---
Nulování MF: ---
Zálohování: ---
Tára: Pass

Test relé:
1: --- 3: --- 5: --- 7: ---
2: --- 4: --- 6: --- 8: ---

Veličina: **Poměr** 0,000 - 1,000 Měřeno: 20.11.2012 13:05
Zobrazení: 0,0000 - 100,0000 Povol. chyba z rozsahu: 0,15 % Teplota: 26,9 ℃ Vlhkost: 27,7 %
Kanál: 121 (DU) Povolená chyba A.V.: 0,10 % Měření provedl: Josef Koželský Prac.: 2

Hodnota etalonu	Zobrazení: Požadované	Skutečné	Absolutní odchylka	Relativní chyba [%]	Chyba z dov. tolerance [%]	Analogový výstup: Požadovaný	Skutečný	Absolutní odchylka	Relativní chyba[%]	Chyba z dov. tolerance [%]
14,183e-6	0,0014	0,0005	-0,0009	0,00	-1 SWT	4,000 mA	4,005 mA	4,928 uA	+0,03	+31 Pass
249,323e-3	24,9322	24,9329	0,0007	0,00	+0 SWT	7,989 mA	7,991 mA	1,448 uA	+0,01	+9 SWT
498,634e-3	49,8633	49,8635	0,0002	0,00	+0 SWT	11,978 mA	11,982 mA	3,831 uA	+0,02	+24 Pass
750,715e-3	75,0715	75,0721	0,0006	0,00	+0 SWT	16,012 mA	16,013 mA	1,031 uA	+0,01	+6 SWT
1,000	100,0025	100,0030	0,0005	0,00	+0 SWT	20,000 mA	20,005 mA	5,052 uA	+0,03	+32 Pass

Výsledky testů: Kontrola (měření 3)

Blok. klávesnice: Pass Min. napájecí napětí: ---
Funkce HOLD: Pass Pomocné napětí: ---

CJC: ---
Nulování MF: ---
Zálohování: ---
Tára: Pass

Test relé:
1: Pass 3: Pass 5: --- 7: ---
2: Pass 4: Pass 6: --- 8: ---

Použité přístroje:
Kalibrátor: Kalibrátor MEATEST 130/140 (MeaTest M130) v.č. 13008
Etalonové měřidlo: Přesný multimetr HP GPIB (Multimetr HP3458A) v.č. 2823A24169
Kontrola analogového výstupu: Multimetr GPIB/SCPI (Multimetr Agilent 34401A) v.č. MY41028984
Kontrola napájecího napětí: Přístroj řady OM (RS485) (Měření napájení - OM402PWR) v.č. OM-KMP-0027
Měření pomocného napětí: Přístroj řady OM (RS485) (Napětí pomocného zdroje - OM472DC) v.č. OM-KMP-18
Další pomůcky: ---

Použité přístroje:
Kalibrátor: Přípravek pro nastavení poměru (Kabel pro měření OMxxxDU) v.č. OM-KK-0009
Etalonové měřidlo: Přesný multimetr HP GPIB (Multimetr HP3458A) v.č. 2823A24169
Kontrola analogového výstupu: Multimetr GPIB/SCPI (Multimetr Agilent 34401A) v.č. MY41028984
Kontrola napájecího napětí: Přístroj řady OM (RS485) (Měření napájení - OM402PWR) v.č. OM-KMP-0027
Měření pomocného napětí: Přístroj řady OM (RS485) (Napětí pomocného zdroje - OM472DC) v.č. OM-KMP-18
Další pomůcky: ---

Použité přístroje:
Kalibrátor: Dekáda Meatest M622 (Dekáda Meatest M622) v.č. 460471
Etalonové měřidlo: Dekáda Meatest M622 (Dekáda Meatest M622) v.č. 460471
Kontrola analogového výstupu: Multimetr GPIB/SCPI (Multimetr Agilent 34401A) v.č. MY41028984
Kontrola napájecího napětí: Přístroj řady OM (RS485) (Měření napájení - OM402PWR) v.č. OM-KMP-0027
Měření pomocného napětí: Přístroj řady OM (RS485) (Napětí pomocného zdroje - OM472DC) v.č. OM-KMP-18
Další pomůcky: ---

Použité etalony jsou navázané na národní standard prostřednictvím metrologické laboratoře ČMI.

Bilance:

	Počet bodů měření:	SWT	Pass	Bord	Fail	SOT
Nastavení (měření 1):	0	0	0	0	0	0
Kalibrace (měření 2):	0	0	0	0	0	0
Kontrola (měření 3):	106	72	34	0	0	0

Výsledek kontroly: Přístroj odpovídá technickým parametrům.
Tento údaj se vztahuje výhradně k měření 3 - "kontrola". Podrobnější informace naleznete v bilanci měření.

Poznámka:

Legenda:
SWT - Významně v toleranci (do 20% dovolené tolerance)
Pass - Pásmo v mezích určených SWT a Bord
Bord - Pásmo od 70% do 100% dovolené tolerance
Fail - Překročení dovolené tolerance
SOT - Významně mimo toleranci (více než 130% dovolené tol.)

ORBIT MERRET, spol s.r.o., Vodňanská 675/30, Praha 9; tel: +420 281 040 200

Příloha A2: Kalibrační protokol přístroje OM402UNI - varianta FULL, jazyk EN

Measuring Record. No. 5696/2012

Manufacturing number: 1121017044
Type mark: OM 402UNI_FULL
Manufacturer: ORBIT MERRET spol. s r.o.

Analogue output: 4 - 20 mA | Relay type: Switch-on | Power supply: 80-250 VAC | Other fittings:
Data output: OM-Link | No. of relays:4 | Aux. voltage: 24,000 V

Quantity: **Voltage DC** 0,000 V - 60,000 mV | Date of measurement: 20.11.2012 12:41
Projection: 0,00000 - 60,00000 | Allowed error from range: 0,10 % | Temperature: 26,9 °C Humidity: 27,2 %
Channel: 1 (DC) | Allowed error A.O.: 0,10 % | Measured by: Josef Koželský Wrkp.: 2

Etalon Value	Projection Requied	Projection Real	Projection Absolute deviation	Projection Relative error [%]	Projection Error of allow. tolerance[%]	Analogue output Requied	Analogue output Real	Analogue output Absolute deviation	Analogue output Relative error [%]	Analogue output Error of allow. tolerance[%]
-1,356 uV	-0,00135	0,00031	0,00166	0,00	+3 SWT	4,000 mA	4,005 mA	4,773 uA	+0,03	+30 Pass
14,986 mV	14,98570	14,99570	0,01000	+0,02	+17 SWT	7,999 mA	8,002 mA	2,884 uA	+0,02	+18 SWT
29,984 mV	29,98362	29,98900	0,00538	+0,01	+9 SWT	11,997 mA	11,999 mA	1,511 uA	+0,01	+9 SWT
44,983 mV	44,98301	44,98410	0,00109	0,00	+2 SWT	15,996 mA	15,995 mA	-278,000 nA	0,00	-2 SWT
59,980 mV	59,97975	59,97600	-0,00375	-0,01	-6 SWT	19,994 mA	19,994 mA	35,000 nA	0,00	+0 SWT

Measuring test results: Check (measurement 3)
Keyboard lock: Pass | Minimum power supply: 78,7 V Pass
HOLD function: Pass | Auxiliary voltage: 24,089 V @ 50,3 mA Pass
CJC: ---
Reset MF: ---
Backup: ---
Tare: Pass

Test of Relays:
1: Pass 3: Pass 5: --- 7: ---
2: Pass 4: Pass 6: --- 8: ---

Internal Register Values:

Device ID: OM 402UNI ,78-301- 60 mV - HW ID:0F3DE0
Calibrated by: JKozelsk
Serial number: 121017044
Turn on count: 205 (0x0000CD)
Motohours: 2 d. 18 h. 30 m. (0x00010A)

Tests of Other Analog Outputs:

Type	Requied	Real	Error of allowed tolerance [%]
0 - 2 V	1,999 V	2,000 V	+37 Pass
0 - 5 V	4,998 V	4,996 V	-44 Pass
0 - 10 V	9,996 V	9,991 V	-52 Pass
0 - 20 mA	19,992 mA	19,994 mA	+9 SWT
±10 V	9,992 V	9,986 V	-28 Pass
0 - 5 mA	4,998 mA	4,998 mA	+2 SWT

Quantity: **Current DC** 4,000 mA - 20,000 mA | Date of measurement: 20.11.2012 12:45
Projection: 4,00000 - 20,00000 | Allowed error from range: 0,10 % | Temperature: 27,0 °C Humidity: 28,6 %
Channel: 23 (PM) | Allowed error A.O.: 0,10 % | Measured by: Josef Koželský Wrkp.: 2

Etalon Value	Projection Requied	Projection Real	Projection Absolute deviation	Projection Relative error [%]	Projection Error of allow. tolerance[%]	Analogue output Requied	Analogue output Real	Analogue output Absolute deviation	Analogue output Relative error [%]	Analogue output Error of allow. tolerance[%]
4,001 mA	4,00081	4,00098	0,00017	0,00	+1 SWT	4,001 mA	4,005 mA	4,359 uA	+0,03	+27 Pass
8,001 mA	8,00082	8,00231	0,00149	+0,01	+9 SWT	8,002 mA	8,002 mA	-68,400 nA	0,00	+0 SWT
12,006 mA	12,00566	12,00320	-0,00246	-0,02	-15 SWT	12,003 mA	12,005 mA	1,411 uA	+0,01	+9 SWT
16,006 mA	16,00580	16,00450	-0,00130	-0,01	-8 SWT	16,005 mA	16,007 mA	2,823 uA	+0,02	+18 SWT
20,006 mA	20,00552	20,00470	-0,00082	-0,01	-5 SWT	20,000 mA	20,005 mA	5,334 uA	+0,03	+33 Pass

Measuring test results: Check (measurement 3)
Keyboard lock: Pass | Minimum power supply: ---
HOLD function: Pass | Auxiliary voltage: 24,085 V @ 50,3 mA Pass
CJC: ---
Reset MF: ---
Backup: ---
Tare: Pass

Test of Relays:
1: --- 3: --- 5: --- 7: ---
2: --- 4: --- 6: --- 8: ---

Quantity: **Voltage DC** 0,000 V - 5,000 V | Date of measurement: 20.11.2012 12:47
Projection: 0,000000 - 5,000000 | Allowed error from range: 0,10 % | Temperature: 27,0 °C Humidity: 28,3 %
Channel: 25 (PM) | Allowed error A.O.: 0,10 % | Measured by: Josef Koželský Wrkp.: 2

Etalon Value	Projection Requied	Projection Real	Projection Absolute deviation	Projection Relative error [%]	Projection Error of allow. tolerance[%]	Analogue output Requied	Analogue output Real	Analogue output Absolute deviation	Analogue output Relative error [%]	Analogue output Error of allow. tolerance[%]
-7,578 uV	-0,000007	0,000200	0,000207	0,00	+4 SWT	4,001 mA	4,006 mA	4,875 uA	+0,03	+30 Pass
1,250 V	1,249968	1,249470	-	-0,01	-10 SWT	7,998 mA	8,002 mA	4,069 uA	+0,03	+25 Pass
2,500 V	2,500006	2,498770	-	-0,02	-25 Pass	11,996 mA	11,999 mA	3,107 uA	+0,02	+19 SWT
3,750 V	3,749954	3,748000	-	-0,04	-39 Pass	15,994 mA	15,996 mA	2,649 uA	+0,02	+17 SWT
5,000 V	4,999904	4,997050	-	-0,06	-57 Pass	19,991 mA	19,994 mA	3,761 uA	+0,02	+24 Pass

Measuring test results: Check (measurement 3)
Keyboard lock: Pass | Minimum power supply: ---
HOLD function: Pass | Auxiliary voltage: 24,083 V @ 50,3 mA Pass
CJC: ---
Reset MF: ---
Backup: ---
Tare: Pass

Test of Relays:
1: --- 3: --- 5: --- 7: ---
2: --- 4: --- 6: --- 8: ---

Quantity: **Voltage DC** 0,000 V - 10,000 V | Date of measurement: 20.11.2012 12:48
Projection: 0,00000 - 10,00000 | Allowed error from range: 0,10 % | Temperature: 26,9 °C Humidity: 27,9 %
Channel: 26 (PM) | Allowed error A.O.: 0,10 % | Measured by: Josef Koželský Wrkp.: 2

Etalon Value	Projection Requied	Projection Real	Projection Absolute deviation	Projection Relative error [%]	Projection Error of allow. tolerance[%]	Analogue output Requied	Analogue output Real	Analogue output Absolute deviation	Analogue output Relative error [%]	Analogue output Error of allow. tolerance[%]
-844,864 uV	-0,00084	0,00002	0,00086	+0,01	+9 SWT	4,000 mA	4,006 mA	5,487 uA	+0,03	+34 Pass
2,500 V	2,50000	2,50066	0,00066	+0,01	+7 SWT	8,001 mA	8,002 mA	1,361 uA	+0,01	+9 SWT

ORBIT MERRET, spol s.r.o., Vodňanská 675/30, Praha 9, Czech Republic; tel: +420 281 040 200

Measuring Record. No. 5696/2012

Manufacturing number: 1121017044
Type mark: OM 402UNI_FULL
Manufacturer: ORBIT MERRET spol. s r.o.

5,000 V	4,99990	5,00029	0,00039	0,00	+4 SWT	12,000 mA	12,005 mA	4,390 uA	+0,03	+27 Pass
7,500 V	7,49969	7,49979	0,00010	0,00	+1 SWT	16,000 mA	16,002 mA	2,172 uA	+0,01	+14 SWT
10,000 V	9,99966	9,99939	-0,00027	0,00	-3 SWT	19,999 mA	20,000 mA	965,000 nA	+0,01	+6 SWT

Measuring test results: Check (measurement 3)

Keyboard lock: Pass Minimum pow er supply: ---
HOLD function: Pass Auxiliary voltage: 24,083 V @ 50,3 mA Pass

CJC: ---
Reset MF: ---
Backup: ---
Tare: Pass

Test of Relays:
1: --- 3: --- 5: --- 7: ---
2: --- 4: --- 6: --- 8: ---

Quantity: **Voltage DC** 0,000 V - 40,000 V
Projection: 0,00000 - 40,00000
Channel: 27 (PM)
Allowed error from range: 0,10 %
Allowed error A.O.: 0,10 %
Date of measurement: 20.11.2012 12:49
Temperature: 26,9 ℃ Humidity: 28,1 %
Measured by: Josef Koželský Wrkp.: 2

Etalon Value	Projection: Requied	Real	Absolute deviation	Relative error [%]	Error of allow. tolerance[%]	Analogue output: Requied	Real	Absolute deviation	Relative error [%]	Error of allow. tolerance[%]
-825,981 uV	-0,00082	-0,00130	-0,00048	0,00	-1 SWT	4,000 mA	4,006 mA	5,531 uA	+0,03	+35 Pass
10,000 V	9,99965	9,99774	-0,00191	0,00	-5 SWT	7,999 mA	8,003 mA	3,464 uA	+0,02	+22 Pass
19,999 V	19,99938	19,99710	-0,00228	-0,01	-6 SWT	11,999 mA	11,999 mA	582,000 nA	0,00	+4 SWT
30,000 V	30,00005	29,99700	-0,00305	-0,01	-8 SWT	15,999 mA	16,002 mA	3,117 uA	+0,02	+19 SWT
39,999 V	39,99877	39,99550	-0,00327	-0,01	-8 SWT	19,998 mA	20,000 mA	1,749 uA	+0,01	+11 SWT

Measuring test results: Check (measurement 3)

Keyboard lock: Pass Minimum pow er supply: ---
HOLD function: Pass Auxiliary voltage: 24,083 V @ 50,3 mA Pass

CJC: ---
Reset MF: ---
Backup: ---
Tare: Pass

Test of Relays:
1: --- 3: --- 5: --- 7: ---
2: --- 4: --- 6: --- 8: ---

Quantity: **Resistance** 0,000 Ohm - 10,000 kOhm
Projection: 0,00000 - 10,00000
Channel: 43 (OHM 2W)
Allowed error from range: 0,10 %
Allowed error A.O.: 0,10 %
Date of measurement: 20.11.2012 12:51
Temperature: 26,9 ℃ Humidity: 27,8 %
Measured by: Josef Koželský Wrkp.: 2

Etalon Value	Projection: Requied	Real	Absolute deviation	Relative error [%]	Error of allow. tolerance[%]	Analogue output: Requied	Real	Absolute deviation	Relative error [%]	Error of allow. tolerance[%]
0,000 Ohm	0,00000	-0,00040	-0,00040	0,00	-4 SWT	4,000 mA	4,006 mA	5,597 uA	+0,03	+35 Pass
2,500 kOhm	2,50000	2,50019	0,00019	0,00	+2 SWT	8,000 mA	8,003 mA	2,224 uA	+0,01	+14 SWT
5,000 kOhm	5,00000	5,00074	0,00074	+0,01	+7 SWT	12,001 mA	12,005 mA	3,770 uA	+0,02	+24 Pass
7,500 kOhm	7,50000	7,50153	0,00153	+0,02	+15 SWT	16,002 mA	16,002 mA	-491,000 nA	0,00	-3 SWT
10,000 kOhm	10,00000	10,00150	0,00150	+0,02	+15 SWT	20,000 mA	20,006 mA	5,617 uA	+0,04	+35 Pass

Measuring test results: Check (measurement 3)

Keyboard lock: Pass Minimum pow er supply: ---
HOLD function: Pass Auxiliary voltage: ---

CJC: ---
Reset MF: ---
Backup: ---
Tare: Pass

Test of Relays:
1: --- 3: --- 5: --- 7: ---
2: --- 4: --- 6: --- 8: ---

Quantity: **Resistance** 0,000 Ohm - 100,000 kOhm
Projection: 0,0000 - 100,0000
Channel: 44 (OHM 2W)
Allowed error from range: 0,10 %
Allowed error A.O.: 0,10 %
Date of measurement: 20.11.2012 12:52
Temperature: 26,9 ℃ Humidity: 27,7 %
Measured by: Josef Koželský Wrkp.: 2

Etalon Value	Projection: Requied	Real	Absolute deviation	Relative error [%]	Error of allow. tolerance[%]	Analogue output: Requied	Real	Absolute deviation	Relative error [%]	Error of allow. tolerance[%]
0,000 Ohm	0,0000	-0,0074	-0,0074	-0,01	-7 SWT	4,000 mA	4,006 mA	5,771 uA	+0,04	+36 Pass
25,000 kOhm	25,0000	25,0095	0,0095	+0,01	+9 SWT	8,002 mA	8,003 mA	1,205 uA	+0,01	+8 SWT
50,000 kOhm	50,0000	50,0191	0,0191	+0,02	+19 SWT	12,003 mA	12,005 mA	2,040 uA	+0,01	+13 SWT
75,000 kOhm	75,0000	75,0258	0,0258	+0,03	+26 Pass	16,004 mA	16,008 mA	3,538 uA	+0,02	+22 Pass
100,000 kOhm	100,0000	100,0150	0,0150	+0,02	+15 SWT	20,000 mA	20,006 mA	5,798 uA	+0,04	+36 Pass

Measuring test results: Check (measurement 3)

Keyboard lock: Pass Minimum pow er supply: ---
HOLD function: Pass Auxiliary voltage: ---

CJC: ---
Reset MF: ---
Backup: ---
Tare: Pass

Test of Relays:
1: --- 3: --- 5: --- 7: ---
2: --- 4: --- 6: --- 8: ---

Quantity: **Resistance** 0,000 Ohm - 100,000 Ohm
Projection: 0,0000 - 100,0000
Channel: 49 (OHM 4W)
Allowed error from range: 0,10 %
Allowed error A.O.: 0,10 %
Date of measurement: 20.11.2012 12:54
Temperature: 26,9 ℃ Humidity: 27,9 %
Measured by: Josef Koželský Wrkp.: 2

Etalon Value	Projection: Requied	Real	Absolute deviation	Relative error [%]	Error of allow. tolerance[%]	Analogue output: Requied	Real	Absolute deviation	Relative error [%]	Error of allow. tolerance[%]
0,000 Ohm	0,0000	0,0054	0,0054	+0,01	+5 SWT	4,001 mA	4,006 mA	4,999 uA	+0,03	+31 Pass
25,000 Ohm	25,0000	24,9892	-0,0108	-0,01	-11 SWT	7,998 mA	8,003 mA	4,476 uA	+0,03	+28 Pass
50,000 Ohm	50,0000	49,9944	-0,0056	-0,01	-6 SWT	11,999 mA	12,000 mA	404,000 nA	0,00	+3 SWT
75,000 Ohm	75,0000	74,9985	-0,0015	0,00	-1 SWT	16,000 mA	16,002 mA	2,399 uA	+0,01	+15 SWT
100,000 Ohm	100,0000	100,0010	0,0010	0,00	+1 SWT	20,000 mA	20,006 mA	6,000 uA	+0,04	+37 Pass

Measuring test results: Check (measurement 3)

Keyboard lock: Pass Minimum pow er supply: ---
HOLD function: Pass Auxiliary voltage: ---

CJC: ---
Reset MF: ---
Backup: ---
Tare: Pass

Test of Relays:
1: --- 3: --- 5: --- 7: ---
2: --- 4: --- 6: --- 8: ---

ORBIT MERRET, spol s.r.o., Vodňanská 675/30, Praha 9, Czech Republic; tel: +420 281 040 200

Measuring Record. No. 5696/2012

Manufacturing number: 1121017044
Type mark: OM 402UNI_FULL
Manufacturer: ORBIT MERRET spol. s r.o.

Quantity: **Temperature** -200,000 ℃ - 850,000 ℃ — Date of measurement: 20.11.2012 12:55
Projection: -200,000 - 850,000 — Allowed error from range: 0,15 % — Temperature: 27,0 ℃ Humidity: 28,4 %
Channel: 65 (RTD Pt100EU 3W) — Allowed error A.O.: 0,10 % — Measured by: Josef Koželský Wrkp.: 2

Etalon Value	Projection					Analogue output				
	Requied	Real	Absolute deviation	Relative error [%]	Error of allow. tolerance[%]	Requied	Real	Absolute deviation	Relative error [%]	Error of allow. tolerance[%]
-200,000 ℃	-200,000	-199,980	0,020	0,00	+1 SWT	4,000 mA	4,006 mA	5,488 uA	+0,03	+34 Pass
62,500 ℃	62,500	62,606	0,106	+0,01	+7 SWT	8,002 mA	8,003 mA	1,006 uA	+0,01	+6 SWT
325,000 ℃	325,000	325,214	0,214	+0,02	+14 SWT	12,003 mA	12,005 mA	1,814 uA	+0,01	+11 SWT
587,500 ℃	587,500	587,772	0,272	+0,03	+17 SWT	16,004 mA	16,008 mA	3,541 uA	+0,02	+22 Pass
850,000 ℃	850,000	850,388	0,388	+0,04	+25 Pass	20,000 mA	20,006 mA	5,818 uA	+0,04	+36 Pass

Measuring test results: Check (measurement 3)

Keyboard lock: Pass — Minimum pow er supply: ---
HOLD function: Pass — Auxiliary voltage: ---

CJC: ---
Reset MF: ---
Backup: ---
Tare: Pass

Test of Relays:
1: --- 3: --- 5: --- 7: ---
2: --- 4: --- 6: --- 8: ---

Quantity: **Ratio** 0,000 - 1,000 — Date of measurement: 20.11.2012 13:05
Projection: 0,0000 - 100,0000 — Allowed error from range: 0,15 % — Temperature: 26,9 ℃ Humidity: 27,7 %
Channel: 121 (DU) — Allowed error A.O.: 0,10 % — Measured by: Josef Koželský Wrkp.: 2

Etalon Value	Projection					Analogue output				
	Requied	Real	Absolute deviation	Relative error [%]	Error of allow. tolerance[%]	Requied	Real	Absolute deviation	Relative error [%]	Error of allow. tolerance[%]
14,183e-6	0,0014	0,0005	-0,0009	0,00	-1 SWT	4,000 mA	4,005 mA	4,928 uA	+0,03	+31 Pass
249,323e-3	24,9322	24,9329	0,0007	0,00	+0 SWT	7,989 mA	7,991 mA	1,448 uA	+0,01	+9 SWT
498,634e-3	49,8633	49,8635	0,0002	0,00	+0 SWT	11,978 mA	11,982 mA	3,831 uA	+0,02	+24 Pass
750,715e-3	75,0715	75,0721	0,0006	0,00	+0 SWT	16,012 mA	16,013 mA	1,031 uA	+0,01	+6 SWT
1,000	100,0025	100,0030	0,0005	0,00	+0 SWT	20,000 mA	20,005 mA	5,052 uA	+0,03	+32 Pass

Measuring test results: Check (measurement 3)

Keyboard lock: Pass — Minimum pow er supply: ---
HOLD function: Pass — Auxiliary voltage: ---

CJC: ---
Reset MF: ---
Backup: ---
Tare: Pass

Test of Relays:
1: Pass 3: Pass 5: --- 7: ---
2: Pass 4: Pass 6: --- 8: ---

Instruments used:
Calibrator: Calibrator MEATEST 130/140 (MeaTest M130) m.n. 13008
Etalon: Precise multimeter HP GPIB (Multimetr HP3458A) m.n. 2823A24169
Analogue output check: Multimeter GPIB/SCPI (Multimetr Agilent 34401A) m.n. MY41028984
Pow er supply check: Device OM (RS485) (Měření napájení - OM402PWR) m.n. OM-KMP-0027
Auxiliary voltage measurement: Device OM (RS485) (Napětí pomocného zdroje - OM472DC) m.n. OM-KMP-18
Other tools: ---

Instruments used:
Calibrator: Ratio Calibrator (Kabel pro měření OMxxxDU) m.n. OM-KK-0009
Etalon: Precise multimeter HP GPIB (Multimetr HP3458A) m.n. 2823A24169
Analogue output check: Multimeter GPIB/SCPI (Multimetr Agilent 34401A) m.n. MY41028984
Pow er supply check: Device OM (RS485) (Měření napájení - OM402PWR) m.n. OM-KMP-0027
Auxiliary voltage measurement: Device OM (RS485) (Napětí pomocného zdroje - OM472DC) m.n. OM-KMP-18
Other tools: ---

Instruments used:
Calibrator: Decade Meatest M622 (Dekáda Meatest M622) m.n. 460471
Etalon: Decade Meatest M622 (Dekáda Meatest M622) m.n. 460471
Analogue output check: Multimeter GPIB/SCPI (Multimetr Agilent 34401A) m.n. MY41028984
Pow er supply check: Device OM (RS485) (Měření napájení - OM402PWR) m.n. OM-KMP-0027
Auxiliary voltage measurement: Device OM (RS485) (Napětí pomocného zdroje - OM472DC) m.n. OM-KMP-18
Other tools: ---

Etalons which was used for measure are established to national standards by CMI laboratories.

Resume:

	Number of points	SWT	Pass	Bord	Fail	SOT
Adjustment (measurement 1):	0	0	0	0	0	0
Calibration (measurement 2):	0	0	0	0	0	0
Check (measurement 3):	106	72	34	0	0	0

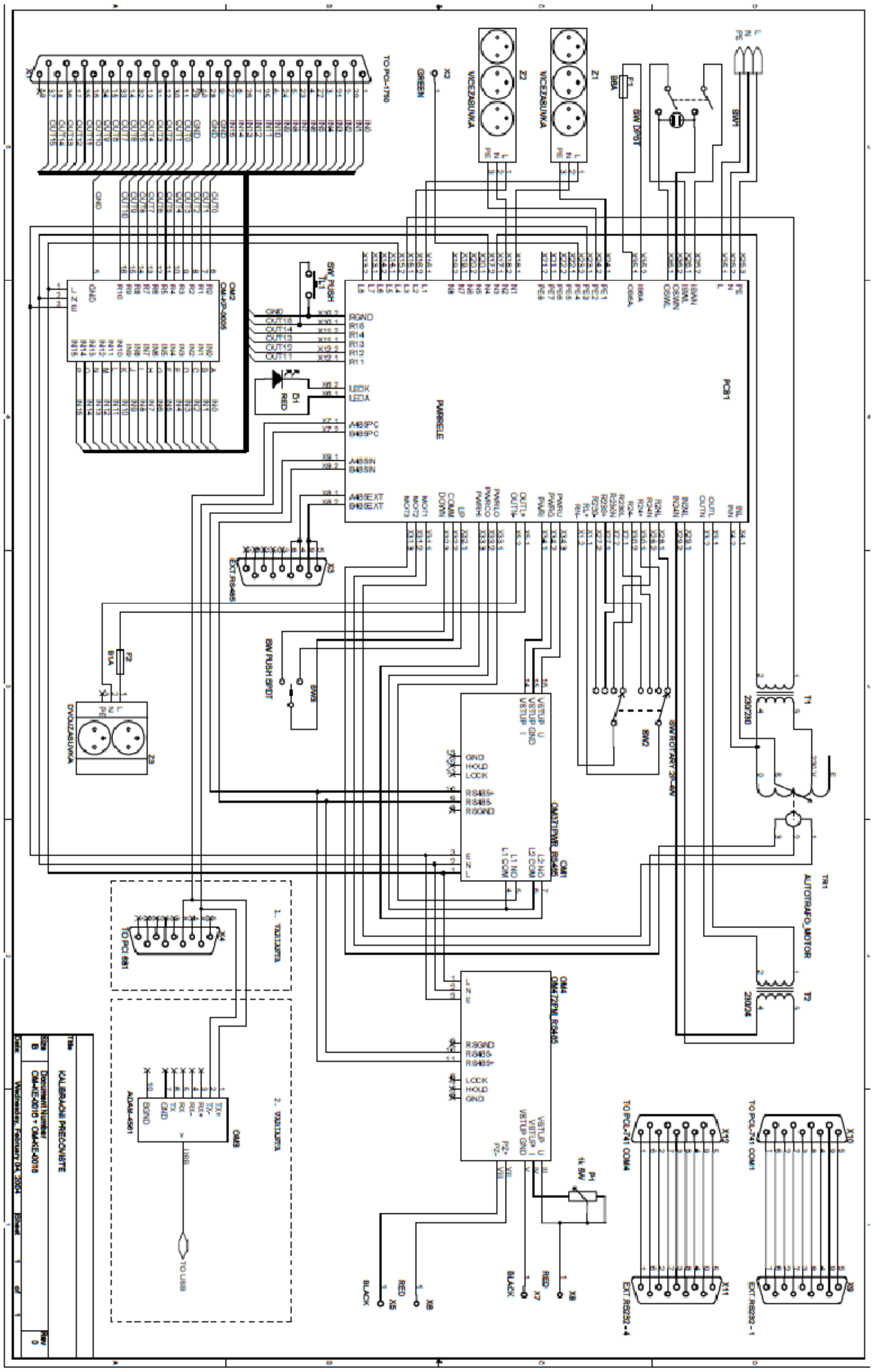
Results of the check: **The instrument conforms to technical parameters.**
This data applies solely to measurement 3 "check". You can find detail information in the measuring resume.

Note:

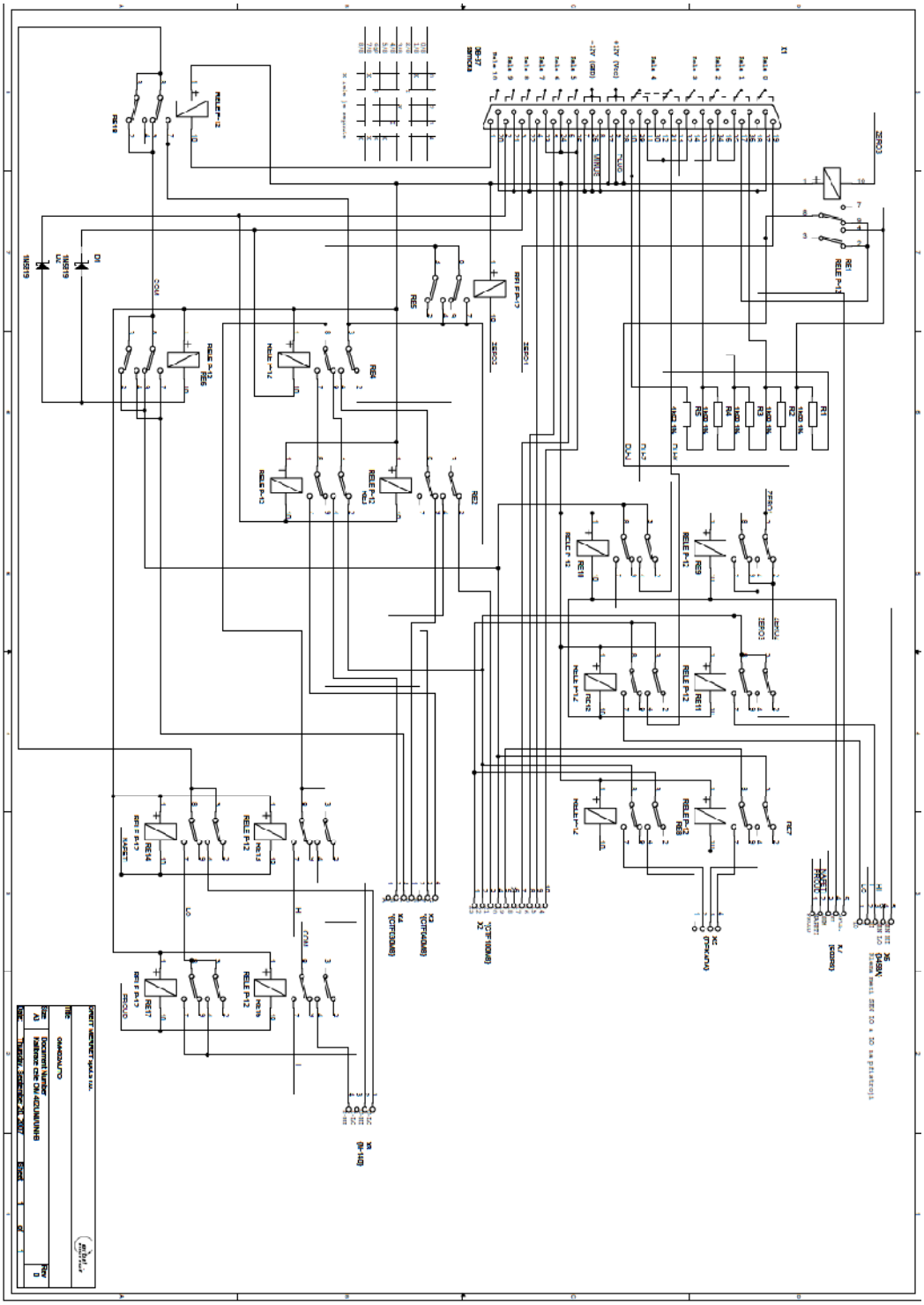
Legend:
SWT - Significantly w ithin tolerance (up to 20% of allow ed tol.)
Pass - Band w ithin the limits by SWT and Bord
Bord - Band if betw een 70% and 100% of allow ed tolerance
Fail - Exceeding the allow ed tolerance
SOT - Significantly out of tolerance (over 130% of allow ed tol.)

ORBIT MERRET, spol s.r.o., Vodňanská 675/30, Praha 9, Czech Republic; tel: +420 281 040 200

Příloha B: Schéma zapojení kalibračního pracoviště



Příloha C: Schéma zapojení kalibračního kabelu pro automatickou kalibraci přístroje OM402UNI-A



Příloha D: Tabulka zabudovaných funkcí jazyka *OM Script*

Název funkce	Stručný popis
ArcCos()	Tato funkce vrací arkus kosinus argumentu v radiánech.
ArcCot()	Tato funkce vrací arkus kotangens argumentu v radiánech.
ArcSin()	Tato funkce vrací arkus sinus argumentu v radiánech.
ArcTan()	Tato funkce vrací arkus tangens argumentu v radiánech.
Assigned()	Tato funkce slouží ke zjištění, zda je k dané proměnné typu Variant přiřazena nějaká hodnota. Přiřazená hodnota může být i NULL.
BeginWait()	Tato funkce slouží pro zobrazení čekacího okna.
BlankUI()	Vyprázdní okno webového prohlížeče.
Break()	Ladicí funkce – pozastaví běh skriptu a přejde do režimu ladění.
Ceil()	Tato funkce vrací horní celou část argumentu.
Connect()	Tato funkce slouží pro připojení obecného sériového zařízení.
ConnectOM()	Tato funkce slouží pro připojení sériového zařízení s protokolem Orbit Merret.
ConnectGPIB()	Tato funkce slouží pro připojené zařízení na sběrnici GPIB.
ConnectAdvantech()	Tato funkce připojí kartu Advantech a dovolí ovládat 16 digitálních výstupů karty.
Cos()	Tato funkce vrací kosinus úhlu, zadaného v radiánech.
Cot()	Tato funkce vrací kotangens úhlu, zadaného v radiánech.
CreateArray()	Tato funkce slouží k vytvoření a inicializaci datové struktury pole.
DBConnect()	Tato funkce slouží pro připojení k databázi typu 602SQL.
DBDisconnect()	Tato funkce slouží pro odpojení od databáze.
DBSelect()	Tato funkce slouží pro odeslání dotazu do databáze. Syntaxe dotazu musí být v jazyku SQL.
DBUpdate()	Tato funkce slouží pro vykonání uložené databázové procedury na serveru 602SQL.
DBResult()	Tato funkce slouží pro vykonání uložené databázové funkce na serveru 602SQL.
Dec()	Tato funkce slouží pro odečítání hodnoty od proměnné.
DeleteFile()	Tato funkce slouží pro vymazání souboru.

Disconnect()	Tato funkce slouží pro odpojení připojeného zařízení.
EndWait()	Tato funkce slouží pro ukončení čekacího okna.
Exp()	Exponenciální funkce. Vrací hodnotu e_x, kde e je základ přirozeného logaritmu (Eulerovo číslo).
FileOpen()	Tato funkce slouží k otevření souboru. Funkce otevře soubor typu ASCII text.
FileClose()	Tato funkce slouží k uzavření souboru.
FloatToHex()	Tato funkce provádí konverzi reálného čísla na hexadecimální zápis v řetězcové reprezentaci.
Floor()	Tato funkce vrací spodní celou část argumentu.
GetAddress()	Tato funkce slouží k vyčtení adresy z přístroje Orbit Merret.
GetBitState()	Tato funkce slouží k přečtení stavu 1 výstupního bitu na kartě 16 digitálních výstupů Advantech.
GetDisplay()	Tato funkce slouží k vyčtení aktuální hodnoty základního kanálu z přístroje Orbit Merret.
GetChannelValue()	Tato funkce slouží k vyčtení číselné hodnoty kanálu z přístroje Orbit Merret.
GetComputerName()	Tato funkce slouží k získání názvu PC, na kterém je spuštěn interpret jazyka *OM Script*.
GetParamValue()	Tato funkce načte hodnotu parametru předaného při volání skriptu z příkazové řádky systému Windows.
GetFileName()	Tato funkce slouží k získání úplné cesty k souboru v PC za pomoci standardního Windows dialogu *Open file*.
GetLoggedUser()	Tato funkce slouží k získání uživatelského jména přihlášeného uživatele na počítači, na kterém je spuštěn interpret jazyka *OM Script*.
GetPeak()	Tato funkce slouží k detekci špiček v měřeném signálu.
GetRSValue()	Tato funkce je navržena pro vyčtení hodnoty RS funkce z přístroje Orbit Merret.
GetSample()	Tato funkce slouží k získání vzorku ze vstupního signálu.
GetSysDateStr()	Tato funkce vrací aktuální datum ve formátu řetězec.
GetSysTimeStr()	Tato funkce vrací aktuální čas ve formátu řetězec.

GetURIBase()	Tato funkce získá základ URI řetězce.
GetURIParam()	Tato funkce získá hodnotu parametru URI řetězce.
Halt()	Tato funkce okamžitě ukončí běh skriptu.
HexToFloat()	Tato funkce provádí konverzi hexadecimálního čísla v řetězcové reprezentaci na reálnou hodnotu.
HexToInt()	Tato funkce provádí konverzi hexadecimálního čísla v řetězcové reprezentaci na celočíselnou hodnotu.
HighBound()	Tato funkce vrací aktuální horní mez pole.
Inc()	Tato funkce slouží pro přičítání hodnoty k proměnné.
IntToHex()	Tato funkce provádí konverzi celého čísla na hexadecimální zápis v řetězcové reprezentaci.
InputBox()	Tato funkce zobrazí okno se vstupním polem pro zadání hodnoty.
IsNull()	Tato funkce vrací TRUE, jestliže testovaná proměnná je NULL.
LeftStr()	Tato funkce vrací levou část řetězce.
Length()	Tato funkce vrací délku řetězce nebo počet prvků pole.
Ln()	Tato funkce počítá přirozený logaritmus čísla; vrací hodnotu $Ln_e\ (x)$.
LoadParam()	Tato funkce načte hodnotu z interního úložiště.
Log()	Tato funkce provádí zápis zprávy do protokolu událostí.
LowBound()	Tato funkce vrací aktuální dolní mez pole.
Max()	Tato funkce vybere větší ze dvou čísel.
MidStr()	Tato funkce vrací vnitřní část řetězce.
Min()	Tato funkce vybere menší ze dvou čísel.
OMUpload()	Tato funkce nahraje firmware do přístroje Orbit Merret, neplatí pro přístroje řady PLC OMC8xxx
ParseString()	Tato funkce slouží k získání údaje z textu obsahujícího tabulkově strukturovaný seznam údajů.
Ping()	Tato funkce ověří dostupnost zařízení v ethernetové síti na základě IP adresy.
Pos()	Tato funkce vrátí pozici prvního znaku hledaného podřetězce v prohledávaném řetězci za předpokladu, že je podřetězec v řetězci nalezen, v opačném případě vrátí hodnotu 0.

Power()	Tato funkce slouží k umocnění proměnné.
Random()	Tato funkce vrací náhodnou hodnotu ze čtených hodnot měřeného signálu.
ReadByte()	Tato funkce slouží k vyčtení výstupního bytu (8 bitů) z karty 16 izolovaných digitálních výstupů Advantech.
Readln()	Tato funkce slouží ke čtení jednoho řádku ze souboru, který byl otevřen v režimu pro čtení nebo pro zápis pomocí funkce FileOpen.
RightStr()	Tato funkce vrací pravou část řetězce.
Round()	Tato funkce vrací zaokrouhlenou hodnotu argumentu. Pro zaokrouhlení čísla je použit tzv. bankéřův algoritmus, kdy přesná polovina hodnoty způsobí zaokrouhlení na sudé číslo.
SaveParam()	Tato funkce uloží hodnotu do interního úložiště
SendCommand()	Tato funkce slouží k odeslání příkazu do připojeného zařízení a přijetí odpovědi.
SetBitState()	Tato funkce slouží ke změně 1 výstupního bitu na kartě 16 digitálních výstupů Advantech.
SetWindow()	Tato funkce nastaví pozici hlavního okna aplikace *RunScript*, ve které se zobrazuje uživatelské prostředí spuštěného skriptu.
ShowError()	Tato funkce zobrazí modální okno s chybou.
ShowHTML()	Tato funkce slouží k zobrazení HTML stránky vygenerované podle vstupního HTML kódu.
ShowInfo()	Tato funkce zobrazí modální informační okno.
ShowURL()	Tato funkce slouží k zobrazení specifikovaného lokálního souboru nebo internetové stránky (pokud je k dispozici připojení k Internetu).
ShowWarning()	Tato funkce zobrazí modální okno s varováním.
Sin()	Tato funkce vrací sinus úhlu, zadaného v radiánech.
Sleep()	Tato funkce způsobí čekání skriptu po zadanou dobu.
StrParse()	Tato funkce vrátí požadovanou text ze vstupního řetězce podle zvoleného oddělovače textu.
Sqr()	Tato funkce vrací druhou mocninu argumentu.
Sqrt()	Tato funkce vrací druhou odmocninu argumentu.

Tan()	Tato funkce vrací tangens úhlu, zadaného v radiánech.
ToNumber()	Tato funkce provádí konverzi obecné hodnoty na číslo.
ToString()	Tato funkce provádí konverzi jedné nebo několika obecných hodnot na řetězec.
UDPFind()	Tato funkce vyhledá PLC značky Orbit Merret v ethernetové síti.
UDPSend()	Tato funkce slouží k odeslání uživatelského UDP datagramu v Ethernetové síti.
WriteByte()	Tato funkce slouží k zapsání výstupního bytu (8 bitů) na kartu 16 izolovaných digitálních výstupů Advantech.
Writeln()	Tato funkce slouží k zápisu řádku do souboru.
YesNo()	Tato funkce zobrazí modální okno s tlačítky Ano/ Ne.