

Sběr dat a jejich prezentace v průmyslové automatizaci

Lukáš Václavík

Bakalářská práce
2023



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta aplikované informatiky

Ústav automatizace a řídicí techniky

Akademický rok: 2022/2023

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Lukáš Václavík
Osobní číslo:	A20725
Studijní program:	B0714A150006 Aplikovaná informatika v průmyslové automatizaci
Specializace:	Průmyslová automatizace
Forma studia:	Kombinovaná
Téma práce:	Sběr dat a jejich prezentace v průmyslové automatizaci
Téma práce anglicky:	Data Collection and Their Presentation in Industrial Automation

Zásady pro vypracování

1. Vypracujte literární rešerši na téma Sběr dat a jejich prezentace se zaměřením na sběr dat z vodoměrů, elektroměrů a dalších částí technologického procesu.
2. Popište komunikační protokoly M-BUS, MODBUS RTU RS 485 pro sběr dat v průmyslové automatizaci.
3. Vytvořte program pro stanici Tronic EX 2032 umožňující sběr dat M-BUS protokolem převodníkem IMP 5001 a z analyzátoru sítě SCHRACK NA96 pomocí protokolu MODBUS RS 485.
4. Navrhněte a vyřešte prezentaci naměřených dat lokálně i na vzdáleném serveru.
5. Vytvořte popis, který bude umožňovat využít tento program i pro podobné zakázky s odečty, popř. popište nutné změny v programu (v čem se bude program lišit pro různé zakázky).

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. Modbus Specifications and Implementation Guides. *Modbus Specifications and Implementation Guides* [online]. Andover: Modbus Organization, c2005–2022 [cit. 2022-11-25]. Dostupné z: <https://modbus.org/specs.php>.
2. MODBUS APPLICATION PROTOCOL SPECIFICATION V1.1b3. *Modbus* [online]. Andover: Modbus Organization, c2005–2022 [cit. 2022-11-25]. Dostupné z: https://modbus.org/docs/Modbus_Application_Protocol_V1_1b3.pdf.
3. M-BUS. *M-BUS* [online]. Aachen: MarDirect Marketing Direct GbR c/o OMS Office, 2020 [cit. 2022-11-25]. Dostupné z: <https://m-bus.com/>.
4. Wired M-Bus Documentation. *Documentation – M-Bus* [online]. Aachen: MarDirect Marketing Direct GbR c/o OMS Office, 2020 [cit. 2022-11-25]. Dostupné z: <https://m-bus.com/documentation>.
5. Komunikační modul RS485/NA96. *Komunikační modul RS485/NA96 – Online Shop: Schrack Technik spol. s r.o.* [online]. Praha: Schrack Technik, 2022 [cit. 2022-11-25]. Dostupné z: <https://www.schrack.cz/eshop/komunikacni-modul-rs485-na96-mgf3900r.html>.
6. IMP5001 Inteligentní převodník RS232-MBus. *SV Technics* [online]. Kuřim: SV Technics, 2022 [cit. 2022-11-25]. Dostupné z: https://www.svtechnics.cz/fileadmin/Dokumenty/SVTech/Manualy/SVTechnics_IMP5001_CZ.pdf.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Tomáš Sysala, Ph.D.


Ústav automatizace a řídicí techniky

Datum zadání bakalářské práce: **16. prosince 2022**

Termín odevzdání bakalářské práce: **24. května 2023**


doc. Ing. Jiří Vojtěšek, Ph.D.
děkan




prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 12. prosince 2022

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně, dne 24.5.2023

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Práce se zabývá sběrem dat v oblasti průmyslové automatizace pomocí systému TRONIC 2000. Teoretická část je úvodem do této problematiky a popisuje technologické možnosti a prostředky, jak sběr dat provádět. Praktická část obsahuje konkrétní řešení sběru dat s využitím protokolů M-Bus a MODBUS. V rámci řešení je vytvořen program v prostředí WINLEDA pro opakovatelné použití sběru dat pomocí stanice T2032EX. K uchování, zpracování, prezentaci pro správu dat v databázi je využit systém VIZLEDA a webové rozhraní VIZWEB. Dále byl jako součást práce vytvořen specifický popis pro aplikaci na další podobné zakázky.

Klíčová slova: M-Bus, Modbus, sběr dat, Vizualizace, dálkový odečet

ABSTRACT

The thesis deals with data collection in the field of industrial automation using the TRONIC 2000 system. The theoretical part is an introduction to this issue and it describes the technological possibilities and the means of data collection. The practical part contains specific solutions for data collection using M-Bus and MODBUS protocols. Within the solution, a program is created in the WINLEDA environment for repeatable use of data collection using the T2032EX station. The VIZLEDA system and the VIZWEB web interface are used to store, process, and present data in the database. Furthermore, as part of the thesis, a specific description has been created, to be used for other similar contracts.

Keywords: M-Bus, Modbus, data collection, Visualization, remote reading

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Tomáši Sysalovi, Ph.D, za odborné vedení a rady pro tvorbu této práce.

Dále děkuji firmě Tronic Control, s.r.o., a mým spolupracovníkům za podporu a předávání zkušeností potřebným takovouto práci vytvořit.

V neposlední řadě děkuji celé rodině za čas a trpělivost pro zvládnutí studia.

Prohlášení

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné. Práci jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce s použitím dostupných informačních zdrojů, které jsem všechny citoval a jsou uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

OBSAH

ÚVOD.....	9
I TEORETICKÁ ČÁST.....	10
1 MOŽNOSTI A SYSTÉMY PRO ODEČTY DAT Z MĚŘIČŮ	11
1.1 HISTORIE	11
1.2 ODEČTY MĚŘÍCÍCH PŘÍSTROJŮ	11
1.2.1 Ruční odečet.....	11
1.2.2 Automatický odečet	12
1.2.3 Vzdálený odečet	12
1.2.4 Smart měřiče	12
1.3 NEJČASTĚJI MĚŘENÉ ENERGIE	12
1.3.1 Elektrina	12
1.3.1.1 Elektromechanické elektroměry	12
1.3.1.2 Elektronické elektroměry.....	13
1.3.2 Plyn	13
1.3.2.1 Suchý plynoměr (diaframový plynoměr).....	13
1.3.2.2 Mokrý plynoměr (rotary displacement meter).....	13
1.3.2.3 Turbínový plynoměr	13
1.3.2.4 Ultrazvukový plynoměr	13
1.3.3 Voda	14
1.3.3.1 Mechanické vodoměry.....	14
1.3.3.2 Elektronické vodoměry	14
1.3.4 Teplo	15
1.3.4.1 Spotřeba tepla	15
1.4 TECHNOLOGIE DÁLKOVÉHO ODEČTU DAT Z MĚŘIČŮ	16
1.4.1 Galvanicky spojené systémy	16
1.4.1.1 Odečet sběrnicí M-BUS.....	16
1.4.1.2 Odečet po komunikačním protokolu Modbus RTU	16
1.4.1.3 Power Line Communication (PLC)	17
1.4.1.4 Internet of Things (IoT) síť.....	17
1.4.2 Bezdrátové přenosové systémy	18
1.4.2.1 Radiofrekvenční (RF) komunikace.....	18
1.4.2.2 WiFi	18
2 KOMUNIKAČNÍ PROTOKOLY M-BUS A MODBUS	19
2.1 M-BUS	19
2.1.1 Základní parametry	19
2.1.1.1 Fyzická vrstva	19
2.1.1.2 Topologii sběrnice a typu komunikačního kabelu.....	20
2.1.1.3 Přenosové rychlosti	20
2.1.2 Vlastnosti a fungování sběrnice M-Bus	21
2.1.2.1 Přenos dat na bitové úrovni	21
2.1.2.2 Plánování sběrnice M-Bus	22
2.1.2.3 Délka sběrnice vs. přenosová rychlost.....	22
2.1.2.4 Adresace M-Bus primární adresa	23
2.1.2.5 Adresace M-Bus sekundární adresa.....	23
2.1.2.6 Komunikační protokol M-Bus	23

2.2	MODBUS.....	25
2.2.1	Elektrické rozhraní RS485 pro Modbus RTU.....	25
2.2.1.1	RS485.....	25
2.2.2	Zakončení RS485	26
2.2.3	Topologie RS485	27
2.2.3.1	Základní parametry sběrnice.....	27
2.2.4	Modbus TCP/RTU	27
2.2.4.1	Popis těla zprávy	28
2.2.4.2	Funkční kódy jednotlivých služeb	29
2.2.4.3	Modbus zprávy	29
2.2.5	Elektrické rozhraní RS232 – sériová linka.....	30
3	TECHNOLOGICKÉ PROSTŘEDKY	32
3.1	PROGRAMOVATELNÁ STANICE T2032EX.....	32
3.1.1	Základní parametry stanice	32
3.1.1.1	Vstupy a výstupy	32
3.1.1.2	Komunikační rozhraní	32
3.1.1.3	Terminál.....	32
3.1.2	Komunikační kanály	34
3.1.2.1	Komunikační kanál COM 1	34
3.1.2.2	HW články pro komunikační kanál COM 1	34
3.1.2.3	Komunikační kanál XC2	35
3.1.2.4	Komunikační kanál XC1	35
3.1.2.5	Sériová linka RS232 XC3	35
3.1.2.6	OPENTHERM	36
3.2	INTELIGENTNÍ PŘEVODNÍM IMP 5001 RS232-MBUS	36
3.2.1	Technické parametry	36
3.3	VODOMĚR S PŘEVODNÍKEM EMBRA DN15 ER-AM.....	37
3.4	ELEKTROMĚR CARLO GAVAZZI - EM111DIN-AV81X-MIX.....	38
3.5	ANALYZÁTOR ELEKTRICKÝCH SÍTÍ NA 96.....	40
3.5.1	Technické parametry	40
3.5.2	Měření veličiny.....	41
II	PRAKTICKÁ ČÁST	42
4	HW PROVEDENÍ DÁLKOVÝCH ODEČTŮ	43
4.1	HW KONFIGURACE ODEČTU SBĚRNICÍ M-BUS	44
4.2	HW KONFIGURACE ODEČTU SBĚRNICÍ MODBUS RTU	46
5	PROGRAMY PRO DÁLKOVÉ ODEČTY	47
5.1	SW PRO DÁLKOVÝ ODEČET M-BUS.....	47
5.1.1	Tabulka regulace	47
5.1.2	Vyšší počet záznamů z jednoho měřicího přístroje.....	48
5.1.3	Kód programu pro přidání měřiče.....	49
5.1.3.1	INB soubor.....	49
5.1.3.2	Přidání instance měření.....	49
5.1.3.3	Výběr jednoho záznamu ze zásobníku rekordů	50
5.1.3.4	Dekódování záznamu podle hodnoty ID záznamu	51
5.1.3.5	Asynchronní start cyklu sběru dat z měřičů MBUS	52
5.1.3.6	Proměnné pro uložení záznamu z měřiče MBUS	52
5.1.4	Tabulka Parametry	52

5.2	SW PRO DÁLKOVÝ ODEČET MODBUS RTU ANALYZÁTORU SÍTĚ NA96.....	54
5.2.1	Tabulka parametry	55
5.2.2	Kód programu pro vyčítání dat protokolem Modbus RTU.....	56
5.2.2.1	INB soubor.....	56
5.2.2.2	Rozšíření komunikace na více analyzátorů	56
5.2.3	Vyslání zprávy Modbus	59
5.2.4	Příjem zprávy Modbus a zpracování dat	59
5.2.4.1	Příjem dat z analyzátorů v EVENT síti	59
5.2.4.2	Dekódování přijatých dat Modbus podle čísla relace	60
5.2.4.3	Zobrazení záznamu z měřiče NA96 v tabulce Regulace	61
6	PREZENTACE A ZOBRAZENÍ ODEČTENÝCH DAT.....	62
6.1	TERMINÁL	62
6.2	VIZLEDA.....	64
6.2.1	Komunikační nastavení pro zobrazování dat	64
6.2.2	Prezentace dat ve vizualizaci	67
6.2.2.1	Parametry stanice.....	67
6.2.2.2	Technologická obrazovka	68
6.2.2.3	Grafy – registrace.....	68
6.2.2.4	Tabulkové rozhraní s možností csv souboru.....	69
6.3	VIZWEB	70
6.3.1	Komunikační nastavení pro zobrazování dat	70
6.3.2	Prezentace dat VIZWEB	71
6.3.2.1	Parametry stanice.....	71
6.3.2.2	Grafy - registrace	73
7	NASAZENÍ PROGRAMU MBUS A SCHRACK.....	74
7.1	HW KONFIGURACE A NASTAVENÍ ZAŘÍZENÍ	74
7.1.1	HW konfigurace	74
7.1.2	Nastavení stanice T2032EX.....	75
7.1.3	Nastavení zařízení na sběrnici.....	76
7.2	SW KONFIGURACE PROGRAMŮ MBUS A SCHRACK.....	77
7.2.1	Program MBUS.....	77
7.2.2	Program SCHRACK	78
7.3	POSTUP PRO PREZENTACI DAT VE VIZLEDĚ A VIZWEBU.....	79
7.3.1	Popis úprav programu Vizleda k zobrazení dat	79
7.3.2	Popis úprav pro program VIZWEB k zobrazení dat.....	79
	ZÁVĚR	80
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	82
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	85
	SEZNAM OBRÁZKŮ	86
	SEZNAM TABULEK.....	88
	SEZNAM PŘÍLOH.....	89

ÚVOD

Svět průmyslu i domácností se bez sběru a kontroly dat z měřičů energií neobejde. Součástí takového systému musí být robustnost, přesnost a spolehlivost. Hodnoty mohou být využívány ke kontrole výrobního procesu nebo k fakturaci spotřebované energie.

V dnešní velmi rychlé době nároky na spotřebovanou energii rostou enormním tempem, a proto je velmi důležité s rozmyslem vyrobenou energii alokovat a spořit tam, kde je to vhodné. Aby bylo možné tento systém provozovat a udržívat ve spolehlivém chodu, je potřeba měřit jednotlivé části a toky energií. Mohou to být nároky na vytápění, spotřebu vody nebo elektrickou energii.

Způsoby a možnosti toho, jak odečítat, zaznamenávat a vyhodnocovat data je nepřehledné množství. Od fyzických odečtů až po bezdrátové a počítačové technologie. Jednou z priorit bývá také cena. Ta většinou rozhoduje v zakázce o celkové koncepci a použité technologii. Uživatelé odečtů dobře zvažují relevanci dat a parametrů, které potřebují znát ze svých měřičů. Někdy platí pravidlo, čím méně tím lépe. Pro specifické případy moderní zařízení mohou naopak dávat velmi podrobná data o energiích. Také četnost a rychlost zobrazovaných hodnot mohou hrát významnou roli.

V následujících kapitolách bude co nejsrozumitelněji vysvětleno a popsáno, jak bylo vytvořeno řešení pro dálkové galvanicky spojené odečty měřičů systémem Tronic 2000 pomocí sběrnice M-Bus a konkrétní řešení vyčítání hodnot z analyzátoru sítě pomocí sběrnice Modbus RTU s elektrickým rozhraním RS485. Není cílem obsáhnout veškeré informace o jednotlivých sběrnících, ale spíše ukázat, jak daný systém pracuje, popis programu ve stanici a jeho opakovatelnost pro další zakázky. Práce se v teoretická část zabývá jednotlivými stavebními prvky celé sestavy, které jsou pak rozvinuty a použity v prakticky. Tím získáme ucelený přehled o tom, jak dané řešení pracuje, jaké má výhody, a také návod pro jeho opakovatelnost. Zautomatizováním používání by měl zkušený technik celý systém odečtů nasadit, aniž by potřeboval zásah od tvůrce nebo programátora.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 MOŽNOSTI A SYSTÉMY PRO ODEČTY DAT Z MĚŘIČŮ

1.1 Historie

Historie sběru dat z měřících přístrojů sahá až do 19. století. V té době byly měřiče energie používány především pro měření spotřeby plynu a vody. Byly založeny na jednoduchých mechanických principech, jako jsou převodovky a rotující části.

V 20. století se měřiče energie staly běžnějšími a byly vylepšeny tak, aby byly přesnější a spolehlivější. Byly vyvinuty nové technologie, jako jsou elektromechanické a elektronické měřiče, které umožňovaly sběr dat a zaznamenávaly spotřebu energie.

V 70. a 80. letech 20. století se objevily první digitální měřiče energie, které dokázaly zaznamenávat a ukládat data o spotřebě energie. Tyto měřiče umožňují rychlejší a přesnější sběr dat a výrazně usnadňují zpracování fakturace a platby za energii.

V posledních desetiletích se technologie sběru dat z měřičů energie stále více vylepšují. Vývoj smart měřičů umožňuje sledování spotřeby energie v reálném čase. Dává možnost informovat o vhodnosti využití spotřeby energie v daném čase, což má významný dopad na úspory energie a snížení emisí skleníkových plynů¹.

1.2 Odečty měřících přístrojů

Existují různé způsoby toho, jak lze odečítat spotřebu energie z měřičů. Zde jsou nejčastější nich.

1.2.1 Ruční odečet

Odečet se provádí manuálně pohledem na měřicí přístroj podle potřeby četnosti, kdy uživatel zapíše počáteční a koncový stav měřiče energie. Tento způsob se používal od prvopočátku, kdy nebyla možnost zařízení dálkově odečítat. Mohlo docházet k chybám v zápisu a způsob odečtu byl nekomfortní.

¹ [online]. [cit. 2023-04-30]. Dostupné z:

<https://sever.rozhlas.cz/pocatky-zavadeni-modernich-energii-do-ceskych-domacnosti-8898054>

Zapisovatel se musel fyzicky dostavit k měřicímu přístroji a hodnotu manuálně opsat. Dodnes je v některých starších bytových zástavbách a domech tento způsob používán.

1.2.2 Automatický odečet

Měřiče mají zabudovanou technologii, která umožňuje automatický sběr dat o spotřebě energie. Tento způsob je běžnější u velkých firem a průmyslových podniků, kde systém odečtu musí být přesný a rychlý.

1.2.3 Vzdálený odečet

Vzdálený odečet umožňuje dodavateli energie odečítat spotřebu energie z dálky pomocí bezdrátových technologií. Tento způsob se používá hlavně pro větší spotřebitele energie, kteří potřebují rychlejší a efektivnější způsob odečítání. Energetické společnosti si dálkově posílají data z hlavních fakturačních měřičů. Podružné měření například v bytovém domě také lze odečítat dálkově, většinou se provádí pomocí rádiového signálu a je nutné být v blízkosti zařízení.

1.2.4 Smart měřiče

Tzv. smart měřiče mají integrovanou technologii, která umožňuje sledovat a řídit spotřebu energie v reálném čase. Tento způsob je využíván hlavně pro energeticky efektivní domy a budovy. V budoucnu se počítá s tím, že energetická společnost pro spotřebitele vyhodnotí, kdy je energie dostatek a uživatel přes tuto technologii dostane upozornění, že je možné aktuální spotřebu využívat v daném období co nejvíce za co nejnížší cenu.

1.3 Nejčastěji měřené energie

1.3.1 Elektřina

1.3.1.1 Elektromechanické elektroměry

Elektromechanické elektroměry byly vynalezeny v 19. století a jsou založeny na principu otáčení disku nebo cívek, které jsou poháněny elektromagnetickým polem vytvořeným průtokem elektrického proudu. Otáčení disku nebo cívek je úměrné spotřebované energii, počet otáček je zaznamenán a převeden na jednotky kilowatthodiny [kWh] spotřebované energie. Odečty musely být prováděny manuálně.

1.3.1.2 Elektronické elektroměry

Moderní elektroměry používají elektronické části, jako jsou polovodičové součástky a digitální displeje, k měření elektrických veličin. Elektronické elektroměry jsou přesnější než elektromechanické elektroměry a nabízí dálkový odečet a pokročilé funkce, jako je měření spotřeby v reálném čase nebo sledování kvality napájení. Digitální technologie umožňuje dálkový odečet a lepší měření spotřeby dalších jednotek jako je například napětí [V], proud [A], výkon [W], frekvence [Hz] apod.

1.3.2 Plyn

Odečty plynu byly původně prováděny pomocí suchých nebo mokrých plynoměrů, které měřily objem plynu procházejícího přístrojem. Stejně jako u elektřiny i zde museli zaměstnanci navštívit každý dům nebo budovu a zaznamenat hodnotu na měřiči.

1.3.2.1 Suchý plynoměr (diaframový plynoměr)

Suchý plynoměr používá sérii membrán a komor k měření objemu plynu procházejícího přístrojem. Membrány se napouští a vypouští podle průtoku plynu, což umožňuje určit objem spotřebovaného plynu.

1.3.2.2 Mokrý plynoměr (rotary displacement meter)

Mokrý plynoměr využívá otáčení lopatek nebo rotorů, které přenášejí objem plynu ze vstupu na výstup. Počet otáček je úměrný objemu plynu procházejícího měřičem.

1.3.2.3 Turbínový plynoměr

Turbínový plynoměr měří průtok plynu pomocí malého rotoru nebo turbíny, která se otáčí, když proud plynu prochází přístrojem. Počet otáček rotoru je úměrný průtoku plynu, což umožňuje určit celkový objem spotřebovaného plynu.

1.3.2.4 Ultrazvukový plynoměr

Ultrazvukový plynoměr využívá ultrazvukové vlny k měření průtoku plynu. Ultrazvukové signály jsou vysílány přes proudící plyn.

Moderní plynoměry využívají elektronické technologie, které umožňují dálkový odečet a přesnější měření spotřeby. Odečítá se například celkový objem spotřebovaného plynu [m^3] a okamžitý průtok plynu za jednotku času² ³.

1.3.3 Voda

Vodoměry byly používány již ve starověku, ale moderní vodoměry a průtokoměry vody byly zavedeny v 19. století. Odečty vodoměrů se prováděly podobným způsobem jako u elektroměrů a plynoměrů.

1.3.3.1 Mechanické vodoměry

Mechanické vodoměry zahrnují průtokové měřiče jako jsou křídlové, lopatkové nebo turbínové. Dále k nim patří měřiče objemové jako jsou pístové nebo otočné. Mechanické vodoměry měří objem vody tím, že plynule sledují pohyb vody přes měřicí komoru nebo rotor.

1.3.3.2 Elektronické vodoměry

Elektronické vodoměry využívají ultrazvukové nebo magnetické senzory k měření rychlosti průtoku vody. Elektronické vodoměry mají většinou méně omezení spojených s tlakem nebo zvýšenou přesností měření vody než mechanické vodoměry. V současnosti se stále častěji používají vodoměry s dálkovým odečtem, které usnadňují sledování spotřeby vody a mají vyhovující přesnost měření. Měřené veličiny nejčastěji bývají celkový objem spotřebované vody [m^3] a okamžitý průtok vody za jednotku času⁴.

² [online]. [cit. 2023-04-26]. Dostupné z: <https://studijni-svet.cz/plynomery-plynarenstvi/>,

³ [online]. [cit. 2023-04-26]. Dostupné z: <https://publi.cz/books/177/03.html>

⁴ [online]. [cit. 2023-04-26]. Dostupné z: https://www.enbra.cz/data/file/8/6308-vodomery-pomucka-k-projekcnim-podkladum_8_198.pdf

1.3.4 Teplo

Kalorimetry jsou zařízení určená k měření tepla, které je vytvořeno nebo spotřebováno v reakci nebo procesu. V kontextu měření spotřeby tepla v budovách se tyto měřiče používají pro dodanou nebo spotřebovanou energii do jednotlivých bytů nebo místností v systémech ústředního vytápění.

1.3.4.1 Spotřeba tepla

Měřiče tepla měří množství tepla spotřebovaného v určitém období, obvykle vyjádřené v jednotkách kilowatthodiny (kWh) nebo gigajouly (GJ). Tato hodnota se používá k účtování dodávek tepla. Měřiče tepla měří teplotní rozdíl mezi teplou vodou vstupující do radiátoru a chladnou vodou vystupující z radiátoru. Dále pak měří průtok vody v systému. Průtok vody je kombinován s teplotním rozdílem, aby se vypočítalo množství spotřebovaného tepla. Součástí jsou senzory pro měření teploty vody. Tyto je možno také vyčítat a hodnoty používat pro regulaci teploty vody v systému.

Manuální odečet zahrnuje záznam hodnot z měření tepla zaměstnancem dodavatele tepla, zatímco dálkový odečet umožňuje automatický přenos dat do centrálního systému pro zpracování a účtování pomocí komunikačních technologií.⁵

⁵ [online]. [cit. 2023-04-26]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/mereni-a-regulace/12467-merice-tepla-a-chladu>

1.4 Technologie dálkového odečtu dat z měřičů

Technologie dálkového odečtu dat z měřičů energie nabízí automatický přenos informací o spotřebě energie, jako je například elektřina, plyn, voda nebo teplo z měřičů do centrálního systému pro zpracování a účtování. Využívá se buď galvanicky spojený systém nebo bezdrátový přenos. Některé běžné technologie dálkového odečtu dat z měřičů energií jsou následně uvedeny.

1.4.1 Galvanicky spojené systémy

1.4.1.1 Odečet sběrnicí M-BUS

M-Bus („Meter-Bus“) je evropský standard pro dálkový odečet měřičů podporujících tuto technologii. Svou standardizací jako galvanické rozhraní pro dálkový odečet měřičů tepla, plynu, vody, elektřiny získává tato sběrnice velký význam pro energetický průmysl jako relevantní uživatele⁶.

1.4.1.2 Odečet po komunikačním protokolu Modbus RTU

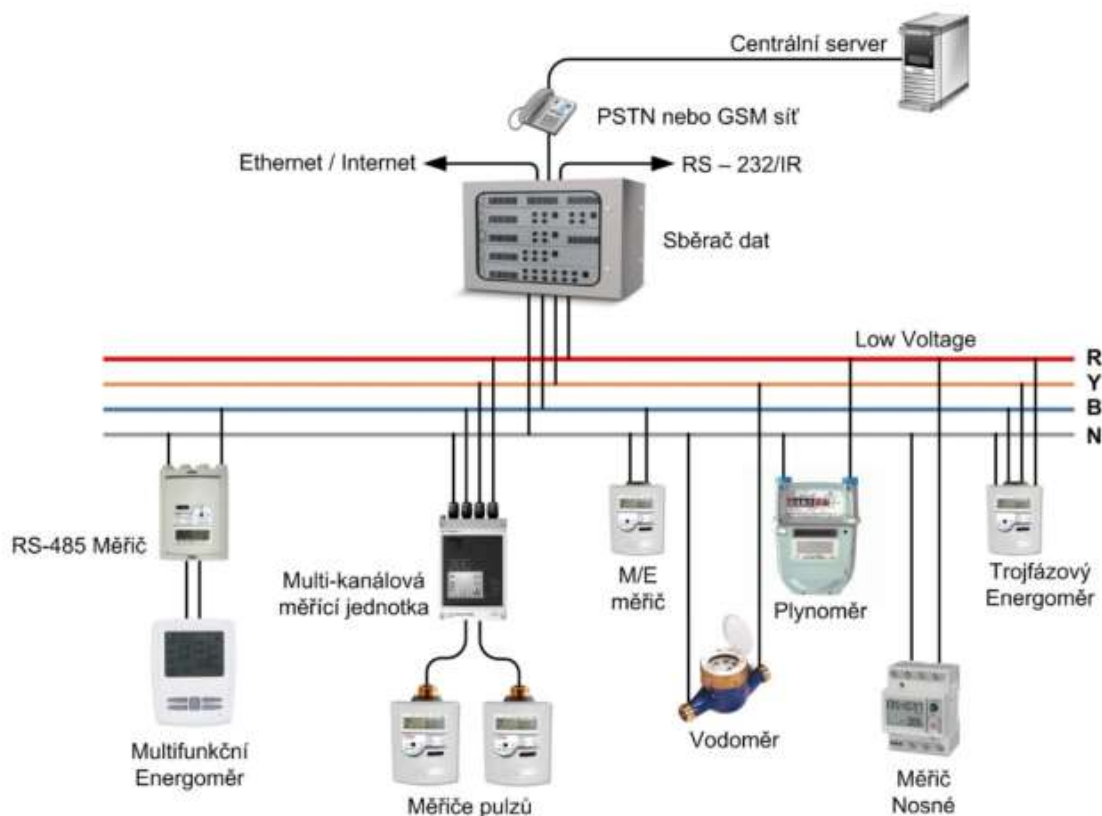
Modbus je komunikační protokol na úrovni aplikační vrstvy ISO/OSI modelu umožňující komunikaci typu klient-server mezi zařízeními na různých typech sítí a sběrnic. Byl vytvořen v roce 1979 firmou MODICON. V současné době je podporována celá řada komunikačních médií např. sériové linky typu RS232, RS422 a RS485, optické a rádiové sítě nebo síť Ethernet s využitím protokolu TCP/IP. Komunikace probíhá metodou *požadavek-odpověď*. Dálkové odečty se používají na zařízeních podporujících tento protokol, například data z analyzátorů sítí.⁷

⁶ [online]. [cit. 2023-04-26]. Dostupné z: <https://m-bus.com/overview>

⁷ [online]. [cit. 2023-04-26]. Dostupné z: <http://home.zcu.cz/~ronesova/bastl/files/modbus.pdf>

1.4.1.3 Power Line Communication (PLC)

PLC technologie využívá existující elektrické vedení k přenosu dat mezi měřiči energií a centrálním systémem. PLC je často používána pro dálkový odečet elektroměrů, protože nepotřebuje dodatečnou infrastrukturu pro komunikaci.



Obrázek 1.1 Dálkový měřicí systém s úzkopásmovým PLC přenosem

1.4.1.4 Internet of Things (IoT) síť

IoT síť, jako je LoRaWAN, Sigfox nebo NB-IoT, nabízí dálkový odečet měřičů energií pomocí přenosových, nízkenergetických bezdrátových sítí. Tyto jsou optimalizovány pro zařízení, která odebírají malé objemy při nízkém výkonu a nízkých nákladech^{8 9}.

⁸ [online]. [cit. 2023-04-26]. Dostupné z: <https://www.techtarget.com/iotagenda/definition/Internet-of-Things-IoT>

⁹ [online]. [cit. 2023-04-26]. Dostupné z: <https://publi.cz/books/256/06.html>

1.4.2 Bezdrátové přenosové systémy

1.4.2.1 Radiofrekvenční (RF) komunikace

RF komunikace využívá radiové vlny k přenosu dat z měřičů energií do centrálního systému. RF komunikace může zahrnovat různá řešení, jako jsou bezdrátové sítě, mesh síť nebo bezdrátové sítě (GSM, 3G, 4G, 5G). Jde o bezdrátovou komunikaci na rádiové frekvenci. Většina aplikací přenosu dat z měření je na volném pásmu. V praxi to znamená, že není nutné žádat o přidělení frekvenčního pásma ani platit jakékoliv poplatky za jeho využívání. Pro rozsáhlé implementace je vhodnější využít vyhrazené frekvenční pásmo.

1.4.2.2 WiFi

Wi-Fi komunikace může být také použita pro dálkový odečet měřičů energií, zejména v prostředí, kde je dostupná Wi-Fi infrastruktura, tím jsou zejména domácnosti nebo komerční budovy. Výhodou je pak snadná integrace, protože technologie přenosu již existuje.

Výběr vhodné technologie dálkového odečtu dat z měřičů energií závisí na konkrétních požadavcích, infrastruktuře, rozsahu projektu a nákladech. Tyto technologie mohou být kombinovány nebo doplněny o další.¹⁰

¹⁰ [online]. [cit. 2023-04-26]. Dostupné z: https://artemis.ms.mff.cuni.cz/main/tiki-download_file.php?fileId=47

2 KOMUNIKAČNÍ PROTOKOLY M-BUS A MODBUS

Pro vytvoření dálkového odečtu do systému T2032EX byly zvoleny sběrnice M-Bus a Modbus. Průmyslová aplikace bývá nejčastěji podmíněna požadavkem robustnosti a spolehlivosti systému. Umožňuje rozšiřování a upravování sbíraných hodnot pro specifické požadavky zákazníka. Má jednoduchou rozšiřitelnost počtu měřičů včetně jejich kombinováním na stávající sběrnici.

2.1 M-Bus

M-Bus (Meter-Bus) je evropský standard pro sběr dat z měřičů energií, který byl vyvinut a zaveden v 90. letech 20. století. Hlavním cílem M-Bus bylo univerzální, nízkonákladový a jednoduchý způsob komunikace mezi různými měřiči energií (elektřina, plyn, voda, teplo) a centrálními systémy pro řízení a účtování.

Vývoj M-Bus byl původně iniciován společností Texas Instruments v Německu, která vytvořila první verzi M-Bus protokolu a hardware. Tvůrce je dr. Horstem Zieglerem z University of Paderborn. V průběhu let se M-Bus vyvíjel a získával podporu od různých evropských měřičů energií a organizací, které se zabývají řízením energií a automatizací budov.

M-Bus byl formálně standardizován jako evropská norma EN 13757, která pokrývá fyzickou vrstvu, přenosovou vrstvu, aplikační vrstvu a komunikační protokol. Tato norma byla poprvé publikována v roce 2002 a od té doby byla aktualizována a rozšířena.

Dnes je M-Bus široce používaným systémem v Evropě a v jiných částech světa pro dálkový odečet měřičů energií a jeho technologie byla integrována do mnoha moderních řízení energií a automatizace budov. M-Bus je oceněn pro svou jednoduchost, nízkou cenu a spolehlivost, což umožňuje efektivní sledování a řízení spotřeby energie v různých aplikacích.

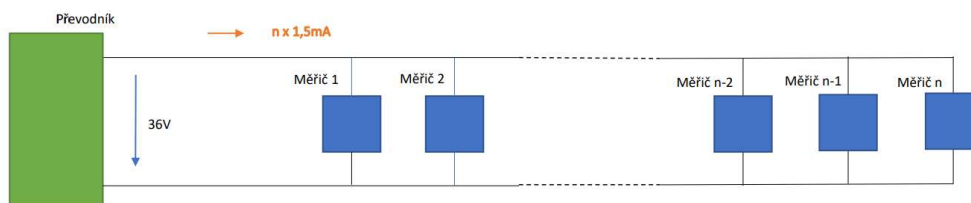
2.1.1 Základní parametry

2.1.1.1 Fyzická vrstva

M-Bus využívá dvou vodičovou sběrnici, která poskytuje jak napájení, tak komunikaci mezi měřiči a centrálním systémem. Pro komunikaci se používá unikátní elektrické rozhraní, které kromě přenosu dat zajišťuje i napájení komunikační části měřiče. V klidovém stavu je na výstupu převodníku napětí 28V až 38V (nominálně 36V).

Každý měřič odebírá ze sběrnice proud maximálně 1,5mA (obvykle kolem 1,3mA). Podle typu převodníku lze napájet 60 až 250 zařízení.

Typ a vlastnosti komunikačního převodníku jsou dány výrobcem – každý převodník umí obsluhovat jen určitý maximální počet zařízení $n \times 1,5\text{mA}$.



Obrázek 2.1 Schéma sběrnice M-Bus

2.1.1.2 Topologii sběrnice a typu komunikačního kabelu

Typ kabelu NENÍ určen, nemusí být párový, stačí jakýkoli kabel se dvěma žilami. Pro dlouhé sběrnice platí:

- Čím větší průměr, tím lepší.
- Propojuje se dvoužilovým vodičem.
- Nezávisí na polaritě žil, je unipolární.
- Můžeme použít liniové, stromové i hvězdicové topologie.
- Pro připojení se využívají šroubovací svorky nebo zásuvkové konektory.

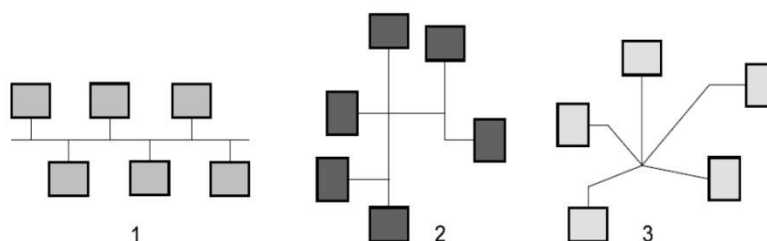


Figure 2 - Types of topology

- 1 Line topology
- 2 Tree topology
- 3 Star topology

Obrázek 2.2 Topologie sběrnice M-Bus

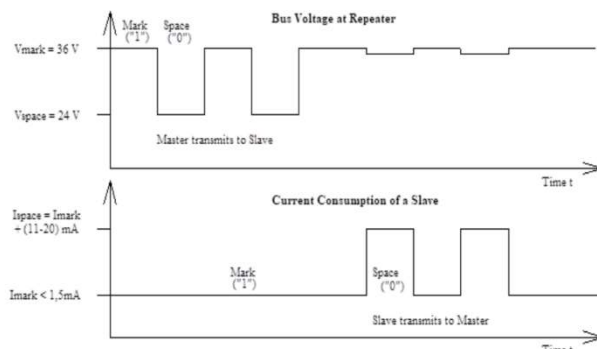
2.1.1.3 Přenosové rychlosti

M-Bus podporuje několik rychlostí přenosu dat: 300 Bd (bitů za sekundu), 600 Bd, 1200 Bd, 2400 Bd, 4800 Bd a 9600 Bd. Vyšší rychlost až do 38400 Bd jsou také možné, ale nejsou tak běžné. Nejčastěji nastavená rychlost na měřicích je 2,4 kBd.

Platí, že čím vyšší rychlost, tím menší délka sběrnice.

2.1.2 Vlastnosti a fungování sběrnice M-Bus

2.1.2.1 Přenos dat na bitové úrovni



Obrázek 2.3 Napěťové a proudové úrovně komunikace

Data z převodníku se odesílají tak, že pro vyslání bitové hodnoty 0 se sníží napětí na výstupu převodníku z 28 - 38V na 16 - 26V. Pro hodnotu 1 se napětí nezmění. Data z měřiče se odesílají tak, že pro vyslání bitové hodnoty 0 se zvýší proud vysílajícího měřiče o 11 – 20mA. Pro hodnotu 1 se proud nezmění.

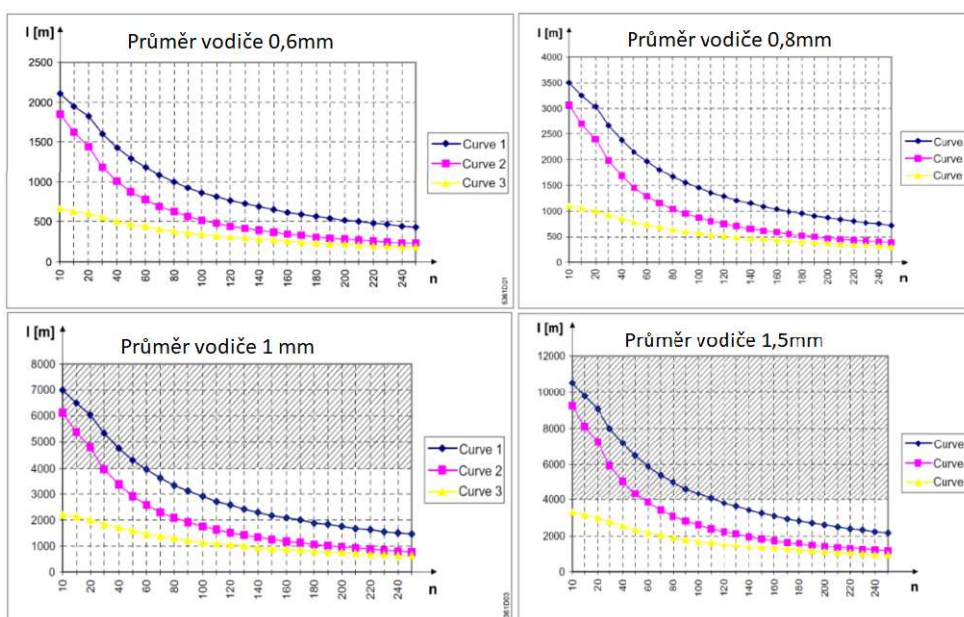
Data se přenášejí ve formě rámce, který zahrnuje několik částí, jako je přednastavená sekvence, adresa zařízení, kontrolní kód, data a kontrolní součet. Komunikace probíhá mezi centrální jednotkou (master) a měřiči (slaves) podle hlavního/podřízeného (master/slave) principu, přičemž centrální jednotka iniciuje komunikaci a měřiče odpovídají s požadovanými daty. M-Bus je asynchronní.¹¹

¹¹ [online]. [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <https://m-bus.com/documentation-wired/04-physical-layer>

2.1.2.2 Plánování sběrnice M-Bus

Grafy uvedené na obrázcích ukazují závislost počtu odečítaných přístrojů na délku kabeláže pro různé průřezy kabelu. Průměry vodiče jsou 0,6mm, 0,8mm, 1mm, 1,5 mm.

- Modrá křivka a je pro topologii kdy jsou všechny měřiče rovnoměrně rozděleny.
- Fialová křivka je pro topologii kdy všechny měřiče jsou na konci sběrnice.
- Žlutá křivka je pro případ, kdy jedna jednotka má vnitřní zkrat.
- Délka sběrnice by neměla být větší než 4km.



Obrázek 2.4 Závislost počtu měřičů na průměru a délce vodiče

2.1.2.3 Délka sběrnice vs. přenosová rychlost

Délka sběrnice se určí pomocí předchozích grafů, přenosová rychlost závisí na kapacitě žil v kabelu. Kapacita se spočítá jako součet kapacity převodníku C_{conv} ($= 200nF$), kapacity měřiče C_{met} ($= 0,5nF$) a kapacity kabelu C_{cab} (určí se z katalogu nebo měřením).

$C_{TOTAL} = C_{CONV} + C_{CAB} + n \times C_{MET}$ kde n je počet měřičů.

Kapacita	Přenosová rychlost
$\leq 800nF$	9600Bd
800nF – 1600nF	4800Bd
1600nF – 3000nF	2400Bd
≥ 3000	300Bd

Tabulka 2.1 Závislost přenosové rychlosti na kapacitě vodiče.

2.1.2.4 Adresace M-Bus primární adresa

Primární adresou můžeme adresovat 250 měřičů s adresami 1 – 250.

- Adresy 251 a 252 se nemají používat, jsou pro případné další použití.
- Adresa 253 je broadcastová a slouží pro přepnutí všech měřičů do režimu sekundární adresace, nelze ji použít pro standardní přenos hodnot.
- Adresa 254 je broadcastová, na zprávu s touto adresou odpoví každá stanice bez ohledu na nastavenou primární adresu.
- Adresa 255 je broadcastová, každý měřič zprávu s touto adresou přijme, ale neodpoví. Obvykle slouží pro nastavení přenosové rychlosti.

Ovšem musíme si dát pozor na odesílání broadcastových zpráv s odpovědí (adr. 254). V tomto případě odpoví všechny stanice na busu, okamžitý odběr busu se skokově zvýší (každá stanice zvýší svůj odběr o 11-20 mA), a tím může dojít k výpadku zkratové ochrany převodníku a tím výpadek napájení měřiče.

2.1.2.5 Adresace M-Bus sekundární adresa

Sekundární adresace umožňuje adresovat více než 250 stanic na jedné sběrnici. Celkový rozsah sekundárních adres je 0 - 99 999 999. Možnost maskování této adresy umožňuje zrychlené prohledávání sběrnice. Obvykle je sekundární adresa rovna výrobnímu číslu. Někteří výrobci mají již výrobní číslo větší, než rozsah sekundární adresace, v tomto případě se jako sekundární adresa používá prvních 8 čísel.

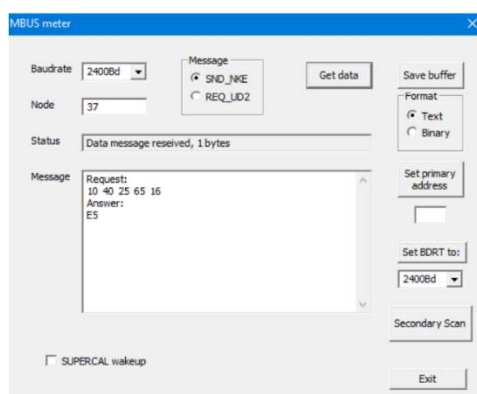
2.1.2.6 Komunikační protokol M-Bus

Komunikační protokol je MASTER – SLAVE, jedna relace sestává vždy z dotazu MASTER a odpovědi SLAVE. Výjimkou je dotaz na adresu 255, který je broadcast bez odpovědi. Základní komunikace si vystačí se dvěma typy zpráv z MASTER SND-NKE a REQ-UD2:

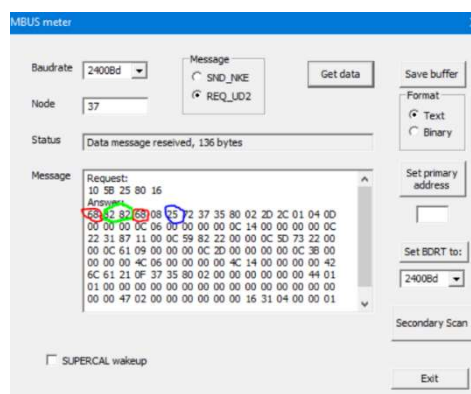
- SND-NKE se použije pro resetování komunikačního rozhraní SLAVE, současně vynuluje interní počítadlo rámců, takže následující datový rámec bude základní. To je důležité, protože některé měřiče vysílají data v několika rámcích po sobě. Užitečná data jsou vždy v základním rámci. SLAVE odpoví na SND-NKE jedním znakem E5_{HEX}.

- REQ-UD2 se použije pro vyčtení dat z měřiče. Pokud měřič vysílá více datových rámců, je zapotřebí buďto vyčíst cyklicky všechny, nebo před každým čtením poslat příkaz SND-NKE.

V odpovědi je vyznačena hlavička tvořená dvěma znaky 68 a mezi nimi je dvakrát délka zprávy – dva stejné znaky v tomto případě 82. Šestý znak odpovědi je vždy vlastní adresa měřiče (25HEX = 37DEC)^{12 13}.



Obrázek 2.5 Čtení dat měřiče pomocí povelu SND-NKE



Obrázek 2.6 Komunikace při odeslání povelu REQ-UD2

¹² [online]. [cit. 2023-04-26]. Dostupné z: <https://m-bus.com/documentation>

¹³ VACHTA, Jiří. \textit{Implementace protokolu M-Bus} [online]. Plzeň, 2012 [cit. 2023-04-26]. Dostupné z: <https://theses.cz/id/oy6zap/>. Diplomová práce. Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta elektrotechnická. Vedoucí práce Doc. Dr. Ing. Vjačeslav Georgiev.

2.2 MODBUS

Modbus je komunikační protokol vyvinutý v roce 1979 firmou Modicon (nyní Schneider Electric) pro komunikaci mezi průmyslovými zařízeními, jako jsou PLC (Programmable Logic Controllers), čidla, akční členy, stroje a další. Jedná se o jednoduchý a robustní protokol, který se během let stal de facto standardem pro průmyslovou komunikaci a je používán v mnoha různých odvětvích.

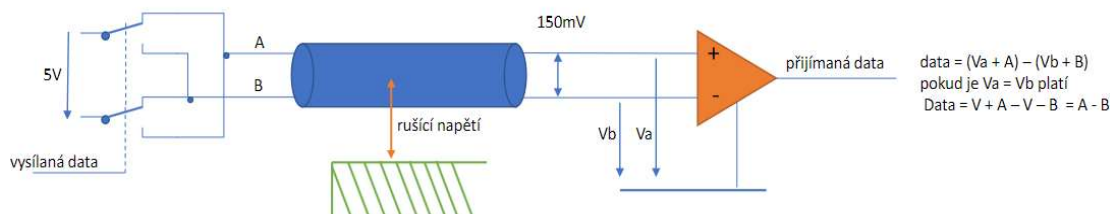
2.2.1 Elektrické rozhraní RS485 pro Modbus RTU

2.2.1.1 RS485

RS485:

- Nejpoužívanější komunikační linka.
- Výhodou je jednoduchost připojení většího množství stanic.
- Relativně velká délka komunikační linky.
- Sběrnice je symetrická.

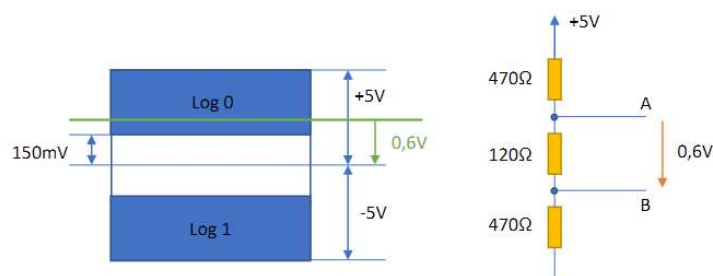
Přenos dat v tomto elektrickém rozhraní spočívá v přivedení napětí opačné polarity pro vysílání 0 a 1 na datový pár. Na straně vysílače je velikost vysílaného napětí 5V, na straně přijímače stačí cca 150mV, tedy 30x méně. Současně přijímač vyhodnocuje pouze polaritu, nikoli velikost vstupního signálu. Mechanicky jsou datové vodiče konfigurovány jako zkroucený pár – to znamená, že vzhledem k okolí mají přibližně shodné parametry (kapacita, indukčnost). Rušící napětí se tedy indukuje do obou vodičů datového páru stejně, neovlivňuje (do jisté míry) vyhodnocení polarity napětí na straně přijímače. Je důležité, aby v kabelu byly žíly zvoleny tak, aby datové žíly tvořily jeden kroucený pár. Čím větší počet závitů na metr délky kabelu, tím bude větší odolnost proti rušení.



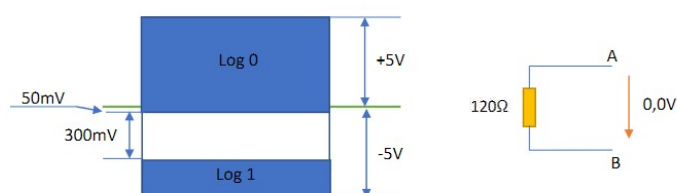
Obrázek 2.7 Schéma elektrického rozhraní RS485

2.2.2 Zakončení RS485

Kódování napěťových úrovní sběrnice RS485 (A - B)



Obrázek 2.8 Plné zakončení sběrnice

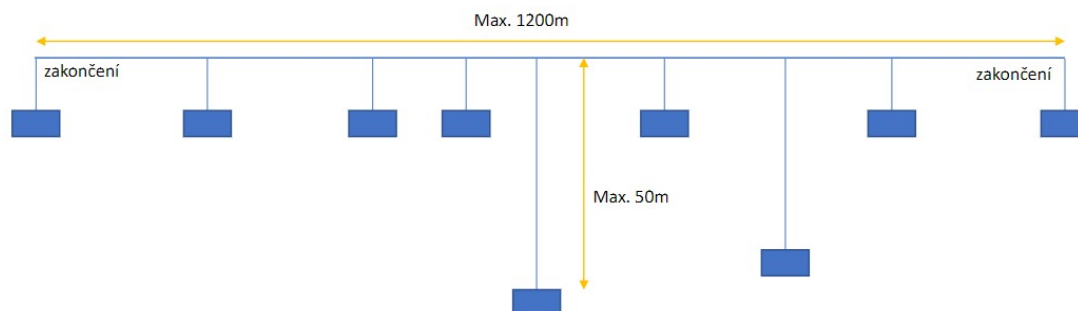


Obrázek 2.9 Částečné zakončení sběrnice

Zakončení sběrnice RS485 je důležitou částí správného návrhu a provozu průmyslových a automatizačních systémů. Správné zakončení sběrnice umožňuje snížit rušení a zajistit spolehlivou komunikaci mezi zařízeními umožní používat větší délky sběrnice.

Základním pravidlem při zakončení sběrnice RS485 je použití rezistoru o vhodné hodnotě na obou koncích sběrnice. Tento rezistor je obvykle označován jako terminátor a má za úkol vyrovnat impedanci a minimalizovat odrazy signálu. Hodnota tohoto rezistoru by měla odpovídat charakteristikám použité sběrnice, jako je například RS485.

2.2.3 Topologie RS485



Obrázek 2.10 Schématické znázornění topologie RS485

2.2.3.1 Základní parametry sběrnice

- Topologie vždy liniová.
- Délka linie do 1200 m.
- Odbočky maximálně cca 50 m.
- Zakončení se na koncích linie může kombinovat (plné, částečné).
- Teoreticky maximálně 250 stanic na jedné linii.

2.2.4 Modbus TCP/RTU

Modbus vždy komunikuje v režimu *dotaz - odpověď*. Dotaz odesílá nadřazená stanice (MASTER pro Modbus-RTU a CLIENT pro Modbus-TCP). Podřízená stanice vždy odesílá odpovědi:

- Vyžádaná data.
- Potvrzení přepisu.
- Negativní (expection) odpověď při chybném povelu.

Obě varianty protokolu mají vždy hlavičku, tělo zprávy a v případě Modbus-RTU ještě kontrolní blok.



Obrázek 2.11 Rámec zprávy Modbusu TCP a RTU

- MBAP header je sedmibytový, určuje pořadové číslo relace, délku relace a číslo stanice pro případný router.
- Timeout uvozuje počátek zprávy na sběrnici RS485, jeho hodnota závisí na přenosové rychlosti a je 3,5ti násobek délky jednoho znaku (např. pro 9,6kBd j 4 ms).
- ADR je adresa jednotky na sběrnici RS485, je jednobytová, povolené hodnoty jsou 1 až 253, adresa 0 je vyhrazena pro BROADCAST dotaz.
- CRC je dvoubajtová cyklická suma celé zprávy včetně adresy.

2.2.4.1 Popis těla zprávy

Tělo zprávy má délku maximálně 253 bytů pro RTU i TCP.



Obrázek 2.12 Rozdělení na funkční kód a data ve zprávě

V datovém prostoru podřízené jednotky jsou definovány 4 datové sekce:

- COILS – bitové pole o velikosti 64K bitů. Hodnoty jednotlivých bitů je možné číst i přepisovat.
- DISCRETE INPUTS – bitové pole o velikosti 64K bitů. Hodnoty jednotlivých bitů je možné pouze číst.
- HOLDING REGISTERS – pole dvoubytových registrů o velikosti 64K registrů. Hodnoty registrů je možno číst i zapisovat. MSB byte je ve zprávě jako první.
- INPUT REGISTERS – pole dvoubytových registrů o velikosti 64K registrů. Hodnoty registrů je možno pouze číst. MSB byte je ve zprávě jako první
- FC – První byte těla zprávy dotazu je funkční kód, ten určuje směr i formát přenášených dat. Pokud byla podřízenou jednotkou v dotazu zjištěna chyba, je funkční kód odpovědi změněn, nejvyšší bit v bytu je nastaven do 1. V praxi to znamená např. při dotazu na neexistující registr s funkčním kódem 3 bude funkční kód odpovědi mít hodnotu 131. Tato chybová odpověď (expection frame) obsahuje kromě funkčního kódu už jen kód chyby.

2.2.4.2 Funkční kódy jednotlivých služeb

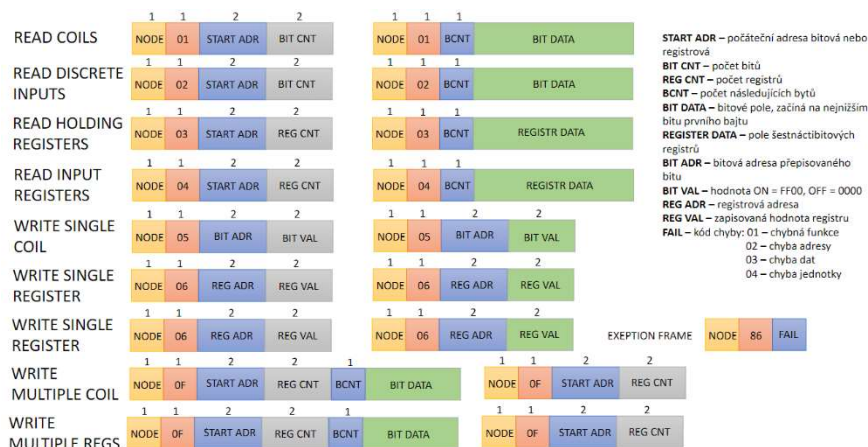
Jednotlivé služby specifikují implicitně jednak paměťové sekce (COIL, INPUT.....) a jednak i typ manipulace s daty. Současně funkční kódy ve zprávě určují i formát zprávy.

Dvojice prostorů (COIL-HOLDING, DISCRETE-INPUT) se mohou překrývat, takže např. čtení 16 bitů z COIL prostoru adresy 32 přenesou stejná data jako čtení 1 registru z prostoru HOLDING z adresy $2^{14} 15 16$.

kód	název	Význam
1	READ COILS	Čtení více hodnot z prostoru COILS
2	READ DISCRETE INPUTS	Čtení více hodnot z prostoru DISCRETE
3	READ HOLDING REGISTERS	Čtení více hodnot z prostoru HOLDING
4	READ INPUT REGISTERS	Čtení více hodnot z prostoru INPUTS
5	WRITE SINGLE COIL	Zápis jednoho bitu do prostoru COILS
6	WRITE SINGLE REGISTER	Zápis jednoho registru do prostoru HOLDING
15	WRITE MULTIPLE COILS	Zápis více bitů do prostoru COILS
16	WRITE MULTIPLE REGISTERS	Zápis více registrů do prostoru HOLDING

Tabulka 2.2 Označení kódu, názvu a popisu služby

2.2.4.3 Modbus zprávy



Obrázek 2.13 Zprávy jednotlivých služeb

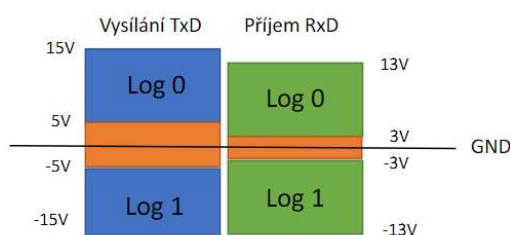
¹⁴ [online]. [cit. 2023-04-27]. Dostupné z: <https://diskuse.elektrika.cz/index.php/topic,37159.0.html>

¹⁵ [online]. [cit. 2023-04-27]. Dostupné z: <http://home.zcu.cz/~ronesova/bastl/files/modbus.pdf>

¹⁶ [online]. [cit. 2023-04-27]. Dostupné z: https://modbus.org/docs/Modbus_Application_Protocol_V1_1b3.pdf

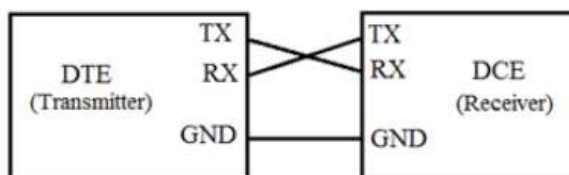
2.2.5 Elektrické rozhraní RS232 – sériová linka

- Sériová linka RS232 umožňuje spojení dvou účastníků.
- Je FULL DUPLEX, to znamená, že datové cesty v obou směrech jsou nezávislé, data je možné přenášet v obou směrech současně.
- Délka sériové linky je maximálně 30 m (100 ft.).
- Data se přenášejí napětově, vysílané hodnoty 0 a 1 jsou v napětových pásmech 5 –15V resp.-5 - -15V. Oblast mezi +5V a -5V je zakázaná. Přijímaná oblast je v napětových pásmech 3 –13V resp.-3 - -13V. Oblast mezi +3V a -3V je zakázaná.



Obrázek 2.14 Napětové hodnoty sériové linky

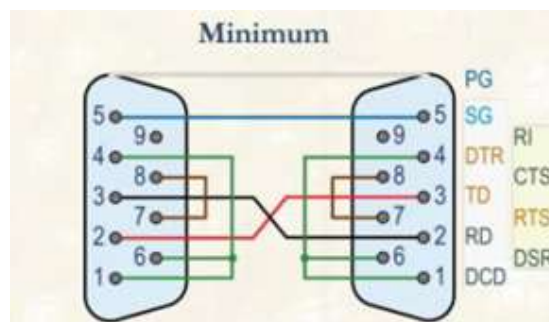
Sériovou linku RS232 v základní podobě tvoří 3 vodiče nazvané TX (TD), RX (RD) a GND. Napětová pásma pro vysílání a příjem jsou vždy vztaženy k GND. TxD je výstup a RxD je vstup signálu, z toho vyplývá, že signály mezi stanicemi musí být překřížené¹⁷.



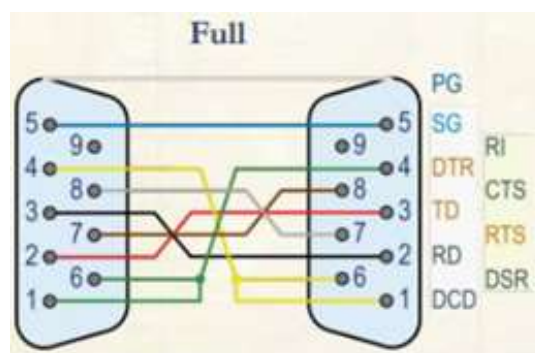
Obrázek 2.15 Schéma zapojení sériové linky

¹⁷ [online]. [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://circuitdigest.com/article/rs232-serial-communication-protocol-basics-specifications>

Signály stačí pro minimální přenos dat, pokud je sériový kanál vybaven řízením přenosu, musí být použity ještě signály CTS, RTS, DTR a DSR. Standardním konektorem pro linku RS232 je konektor CANON DB9¹⁸.



Obrázek 2.16 Minimální zapojení konektorů



Obrázek 2.17 Plné zapojení konektorů

¹⁸ [online]. [cit. 2023-05-15]. Dostupné z:
https://cw.fel.cvut.cz/b221/_media/courses/b2m37mam/lectures/mam_2022-prednasky_13.pdf

3 TECHNOLOGICKÉ PROSTŘEDKY

3.1 Programovatelná stanice T2032EX

Nejnovější stanicí z řady firmy TRONIC CONTROL je programovatelná řídicí stanice TRONIC 2032 EX. Stanice je zaměřena jak pro diskrétní, tak i pro analogové řízení. Obsahuje také rozmanité možnosti v komunikačních protokolech a kanálech. Používá výkonový 32 bit procesor. HW systému je modulární. Obsahuje kompaktní regulátor i rozšiřitelné expanzní moduly pro vstupně výstupní stranu.

3.1.1 Základní parametry stanice

3.1.1.1 Vstupy a výstupy

- 6 analogových vstupů.
- 4 analogové výstupy s napětovým rozsahem (0 - 10V).
- 8 dvouhodnotových vstupů – aktivovány vstupním napětím 24 V.
- 8 reléových výstupů – 2 přepínací, 6 spínacích.

(Výstupy mohou spínat i napětí 230 V do hodnoty proudu 2 A například relé nebo stykače s ovládací fází VAC 230 V).

3.1.1.2 Komunikační rozhraní

- RS232 sériová linka
- Opentherm
- Kanál s volitelným rozhraním (RS232, RS422, RS485, M-Bus pro tři měřiče),
- Ethernet.
- RS485 pro expanzní moduly
- USB 1.1 (pro nahrávání FW nebo program do stanice).

3.1.1.3 Terminál

Vizuální zprostředkování dat a zadávání hodnot lze obsluhovat na grafickém OLED terminálu.



Obrázek 3.1 Programovatelná stanice T2032EX

TRONIC 2032EX - PARAMETRY			
	modul	počet	typ signálu
vstupy	T2032EX	6	analogové - volitelně: <ul style="list-style-type: none"> ▪ napětí 0 ÷ 10 VDC ▪ proud 0 ÷ 20 mADC
	EBAI200	6	<ul style="list-style-type: none"> ▪ teploměr Pt 1000 Ω, -50 ÷ 200 °C ▪ teploměr Ni 1000 Ω, -50 ÷ 200 °C ▪ teploměr Pt 500 Ω, -50 ÷ 200 °C ▪ odporový vysílač 0 ÷ 2,5 kΩ
	T2032EX	8	dvouhodnotové / čítačové: 12 ÷ 30 VDC
	EBDI200	8	dvouhodnotové / čítačové: 12 ÷ 30 VDC
výstupy	T2032EX	4	analogové: napětí 0 ÷ 10 VDC
	EBAO200	8	
	T2032EX	6 2	dvouhodnotové 230 VAC / 2 A, 48 VDC / 0,5 A <ul style="list-style-type: none"> ▪ spínací kontakt ▪ přepínací kontakt
	EBDO200	3 1	dvouhodnotové 230 VAC / 2 A, 48 VDC / 0,5 A <ul style="list-style-type: none"> ▪ spínací kontakt ▪ přepínací kontakt
komunikace		počet	typ signálu
komunikační kanál		1	Ethernet 10/100 MBd
		1	RS485 - připojení přídavných v/v modulů
		1	RS232 / 422 / 485 / MBUS - univerzální kanál
		1	RS232 - připojení externího terminálu
		1	OPENTHERM (alternativně k DI8)
zvýšení počtu kanálů			přídavný modul EKOM200 2 kanály RS232 / 422 / 485 / MBUS
obsluha			
terminál obsluhy na čele modulu T2032EX			<ul style="list-style-type: none"> ▪ ovladač se 4 směrovými a 1 potvrzovací klávesou a otočným prstencem ▪ grafický displej 6x20 znaků (128x64 bodů)
ostatní			
napájení			12 VDC (230 VAC se zdrojem PWSP200)
rozměry	T2032EX		160 x 90 x 58 mm (š,v,h)
	EBxx200		53 x 90 x 58 mm (š,v,h)
	EKOM200		
	EGTW200		36 x 90 x 58 mm (š,v,h)
	PWSP200		71 x 90 x 58 mm (š,v,h)

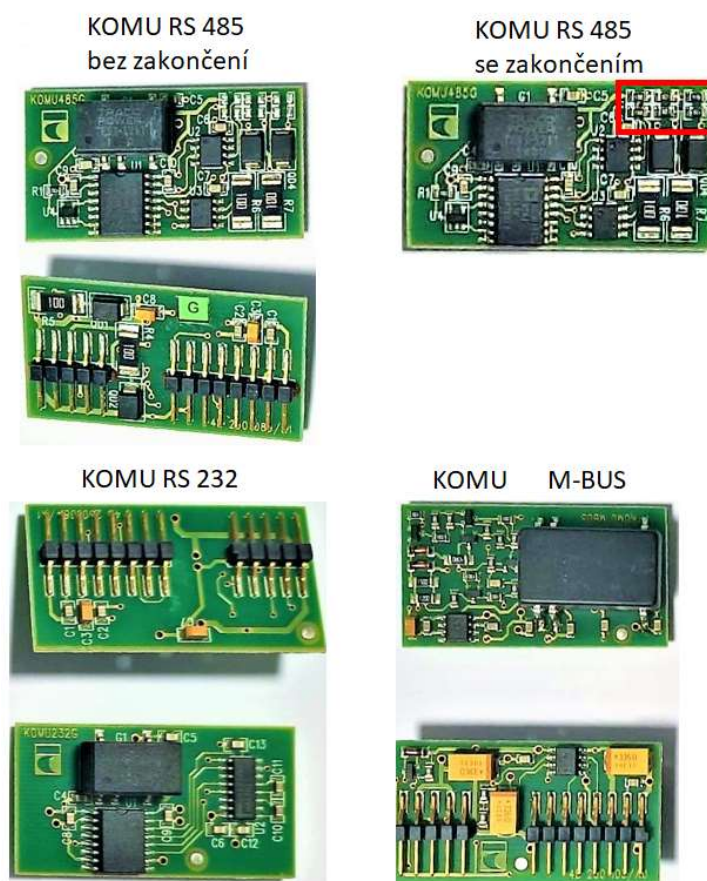
Tabulka 3.1 Základní parametry stanice a expanzních modulů

3.1.2 Komunikační kanály

3.1.2.1 Komunikační kanál COM 1

- Konfigurovatelný sériový komunikační kanál.
- Vstupní vodiče se připojují na svorkovnici značenou piny 28-32 (maximální průměr vodičů je 0,75 mm²).
- Maximální utahovací moment je 0,6Nm.
- Komunikační rozhraní se nastavuje pomocí SW EXSet, ale také příslušnou HW výbavou.

3.1.2.2 HW články pro komunikační kanál COM 1



Obrázek 3.2 Komunikační články pro stanici T2032EX

SVORKY KOMUNIKAČNÍHO KANÁLU COM1				
SVORKA	RS232	RS422	RS485	MBUS
28	GND	GND	GND	NC
29	RTS	TxD*	DATA*	MBUSG
30	CTS	TxD	DATA	MBUS
31	TxD	RxD*	RTS*	MBUSG
32	RxD	RxD	RTS	MBUS
Komunikační článek	KOMU232G	KOMU422G	KOMU485G	KOMU MBUS

Tabulka 3.2 Využití a zapojení komunikačního kanálu COM1

3.1.2.3 Komunikační kanál XC2

- Sběrnice LBEX (RS485).
- Řídicí kanál pro rozšiřující expanzní moduly.
- Maximální možnost rozšíření je 64 modulů.
- Lokální sběrnice zařizuje jak komunikaci, tak napájení modulů.
- Pro připojení je využit konektor RJ45 6/6.
- Pro poslední expanzní modul je podmínka zakončení na zkratovací spojce JP2-BUS TERM zakončovací odporem.

3.1.2.4 Komunikační kanál XC1

- LAN.
- Ethernetové připojení slouží ke komunikaci na lokální nebo internetovou síť.
- Nevyužívá DHCP, ale je vždy zadána statická IP adresa.
- Připojení je realizováno standardním konektorem RJ45 10/100 BASE-T.

3.1.2.5 Sériová linka RS232 XC3

- V nastavovacím systému značena COM 2.
- Linka RS232.
- Připojení externího terminálu nebo například GSM modemu.
- Konektor pro připojení je RJ45 6/6.

3.1.2.6 OPENTHERM

- Komunikační rozhraní navrženo pro řízení plynových kotlů.
- HW se nastavuje propojeným pinem na řídicí desce stanice.
- SW nastavení EXSetu.
- Připojení je na digitálním vstupu (DI8) značeném piny 24, 25.
- Doporučený komunikační kabel je jakýkoliv například FTP¹⁹.

3.2 Inteligentní převodník IMP 5001 RS232-MBus



Obrázek 3.3 HW provedení převodníků IMP 5001

3.2.1 Technické parametry

- Převodník elektrického rozhraní RS232 na M-Bus
- Napájecí napětí AC 24V
- Možno připojit až 250 přístrojů
- M-Bus je galvanicky spojen s napájením
- Výstupní proud rozhraní M-Bus je při zkratu omezen na 80mA.
- Výčet dat je realizován podle normy ČSN EN 1424.3 ^{20 21}.

¹⁹ [online]. [cit. 2023-04-30]. Dostupné z: <http://www.tronic.cz/file/d51/T2032EX-UM-1.pdf>

²⁰ [online]. [cit. 2023-04-30]. Dostupné z: <https://www.svtechnics.cz/cs/sber-dat/imp-5001-inteligentni-prevodnik-rs232-mbus/>

²¹ [online]. [cit. 2023-04-30]. Dostupné z: https://www.svtechnics.cz/fileadmin/Dokumenty/SVTech/Manualy/SVTechnics_IMP5001_CZ.pdf

3.3 Vodoměr s převodníkem EMBRA DN15 ER-AM



Obrázek 3.4 Vodoměry s převodníkem

Bytový vodoměr ER-AM je suchoběžný jednovtokový vodoměr vyznačující se mimořádně zdařilou konstrukcí s použitím mnoha technických vylepšení. To spolu s precizní výrobou zajišťuje přesnost měřidla nejen při ustáleném průtoku vody, ale také při rychlém náběhu a doběhu průtoku, což je důležité zvláště u pákových baterií.²²

Modul M-Bus je výhradně určen pro vodoměry typu ER-AM umožňuje dálkový odečet o spotřebě vody i průtoku. Převodník je odolný proti magnetickému poli a lze jej osadit na vodoměr i dodatečně.

Součástí převodníku je vždy sériové číslo převodníku, které se shoduje se sekundární adresou pro komunikaci M-BUS. Celkové nastavení pro (rychlost, primární adresaci nebo hodnoty naměřené spotřeby) se využívá přímo dodaný sw od firmy APATOR.²³

²² [online]. [cit. 2023-04-30]. Dostupné z: <https://www.enbra.cz/vodomer-enbra-er-am-dn20-q3-4-sv-mid>

²³ [online]. [cit. 2023-04-30]. Dostupné z: https://www.enbra.cz/data/file/5/57235-enbra-produktovy-list-er-am-prislusenstvi-10-2016-cz_113_248.pdf

3.4 Elektroměr Carlo Gavazzi - EM111DIN-AV81X-M1X



Obrázek 3.5 Jednofázový elektroměr s rozhraním M-Bus

Jednofázový elektroměr s analýzou parametrů sítě pro přímé měření do 32 A má výstupy Modbus, M-Bus nebo možnost elektrických pulzů S0. Elektroměr měří činnou a jalovou energii, při zapnutém režimu „Easy Connection“ sčítá nebo rozlišuje odebranou energii od dodané energie. Rozlišuje také dva tarify podle stavu na digitálním vstupu. Může být vybaven volitelným výstupem pro komunikaci: pulzní výstup S0, RS485 Modbus nebo M-Bus. Montážní šířka je jeden DIN modul. Má podsvícený LCD displej s dotykovými plochami místo tlačítek pro přepínání zobrazení a nastavení parametrů. Celková dokumentace pro rozhraní M-Bus je dostupná z citace uvedené níže. Protokol, který tento elektroměr používá, je přesně dodržen s předepsanou normou^{24 25}.

²⁴ [online]. [cit. 2023-04-30]. Dostupné z: https://www.enika.cz/em111din-av81x-m1x_z22302/

²⁵ [online]. [cit. 2023-04-30]. Dostupné z: <https://www.enika.cz/data/files/produkty/eergy%20m/ELMac1F/EM111%20n%C3%A1vod%20CZ.pdf>

Table 1 - EM111 and EM112-DIN

Length (byte)	VARIABLE ENG. UNIT	Data Format	Notes	#SUB UNIT	VIF byte	VIFE byte
FRAME #1 (transmitted first)						
4	KWh (+) TOT	INT32	Engineering unit: Wh*100	0	1	-
4	Kvarh (+) TOT	INT32	Engineering unit: kvarh*0.1	0	1	2
4	W	INT32	Engineering unit: Watt*0.1	0	1	-
4	VAR	INT32	Engineering unit: kvar*0.0001	0	1	2
4	VA	INT32	Engineering unit: kVA*0.0001	0	1	2
4	A L	INT32	Engineering unit: Ampere *0.001	0	1	1
4	V L-N	INT32	Engineering unit: Volt *0.1	0	1	1
2	PF	INT16	Negative values correspond to exported active power, positive values correspond to imported active power. Engineering unit: PF*0.001	0	1	2
2	Hz	INT16	Engineering unit: Hz*0.1	0	1	1
FRAME #2						
4	DMD W	INT32	Engineering unit: Watt*0.1	1	1	-
4	DMD W max	INT32	Engineering unit: Watt*0.1	2	1	-
4	KWh (+) PAR	INT32	Engineering unit: Wh*100	1	1	-
4	Kvarh (+) PAR	INT32	Engineering unit: kvarh*0.1	1	1	2
4	KWh (+) tariff 1	INT32	Engineering unit: Wh*100	3	1	-
4	KWh (+) tariff 2	INT32	Engineering unit: Wh*100	4	1	-
4	KWh (+) tariff 3 (n.a. in EM111-112)	INT32	Engineering unit: Wh*100	5	1	-
4	KWh (+) tariff 4 (n.a. in EM111-112)	INT32	Engineering unit: Wh*100	6	1	-
FRAME #3						
4	KWh (-) TOT	INT32	Engineering unit: Wh*100	2	1	-
4	Kvarh (-) TOT	INT32	Engineering unit: kvarh*0.1	2	1	2
4	Hour (n.a. in EM111-112)	INT32	Engineering unit: Hour*0.01	0	1	1
4	DMD VA (n.a. in EM111-112)	INT32	Engineering unit: kVA*0.0001	1	1	2
4	DMD VA max (n.a. in EM111-112)	INT32	Engineering unit: kVA*0.0001	2	1	2
4	DMD A max (n.a. in EM111-112)	INT32	Engineering unit: Ampere*0.001	2	1	1

Table 2 –EM111 and EM112 M-Bus Measurement Unit Coding (VIF/VIFE).

Measurement Unit	VIF	VIFE #1	VIFE #2	
Watt*0.1	00101010b = 2Ah	-	-	PRIMARY M-BUS CODES
Wh*100	0000101b = 05h	-	-	
Hour*0.01 (operating time)	10100110b = A6h	01110100b = 74h	-	
Volt*0.1	11111101b = FDh	01001000b = 48h	-	EXTENSION OF PRIMARY M-BUS CODES
Ampere * 0.001	11111101b = FDh	01011001b = 59h	-	
PF*0.001 (dimensionless)	11111101b = FDh	10111010b = BAh	01110011b = 73h	
Hz * 0.1	11111011b = FBh	00101110b = 2Eh	-	
Kvarh * 0.1	11111011b = FBh	100000010b = 82h	01110101b = 75h	
Kvar * 0.0001	11111011b = FBh	10010111b = 97h	01110010b = 72h	
kVA * 0.0001	11111011b = FBh	10110111b = B7h	01110010b = 72h	

Colors:

	= Primary M-Bus Codes
	= Extension of Primary M-Bus Codes
	= Manufacturer Specific

Tabulka 3.3 Rámce v komunikaci s rozlišením dat, které poskytují

Reference k tabulce²⁶.

²⁶ [online]. [cit. 2023-04-30]. Dostupné z: <https://www.enika.cz/data/files/produkty/energy%20m/CP/EM100%20-%201-phase%20MBUS%20serial%20protocol%20rev.%204.0%20031214.pdf>

3.5 Analyzátor elektrických sítí NA 96



Obrázek 3.6 Analyzátor sítě NA 96

3.5.1 Technické parametry

- Měření elektrických veličin ve čtyřech kvadrantech.
- 3 nebo 4vodičové zapojení v nerovnoměrném zatížení.
- Nepřímé měření přes externí transformátory.
- Přídavné moduly pro komunikaci a informativní alarmové stavy.



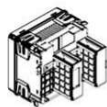
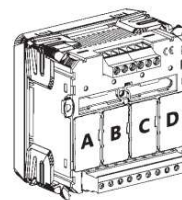
RS485



RS232



KONTAKTY



Popis modulu	Počet modulů	Poloha modulu na přístroji			
		A	B	C	D
RS485	1	■			
RS232	1	■			
Impulzní výstupy	2	■	■	■	■
Analogové výstupy	2			■	■
Alarmové kontakty	2	■	■	■	■

Obrázek 3.7 Zobrazení přídavných modulů včetně možnosti zapojení

3.5.2 Měřené veličiny

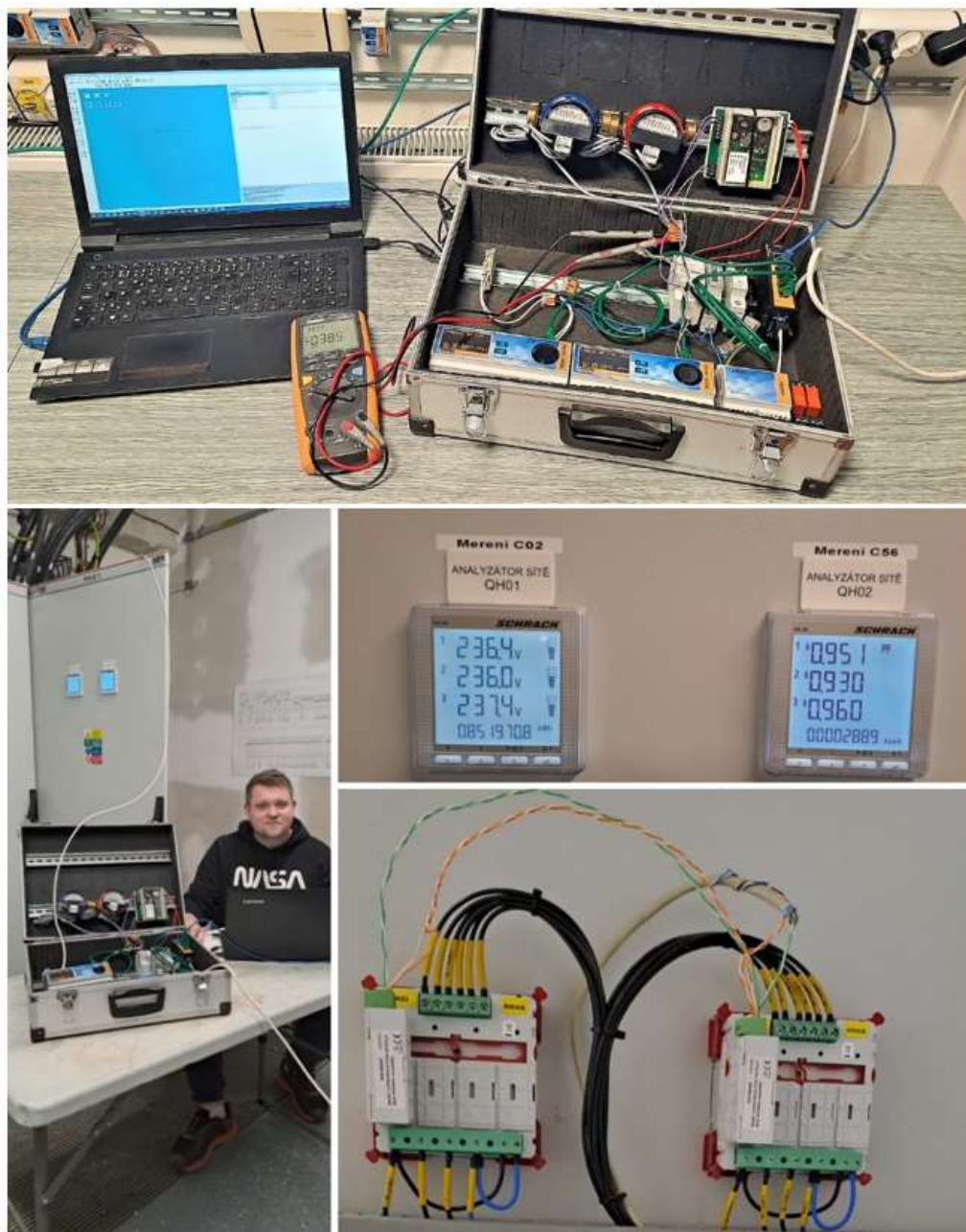
- Napětí (fázové a sdružené, minimum a maximum na fázi, vyšší harmonické ve fázích).
- Proud (fázový a nulový vodič, střední hodnota v jednotlivých fázích, maximum na fázích, celkový proud, vyšší harmonické proudy na fázích).
- Výkon (činný, jalový, zdánlivý, výkony v každé fázi, střední maximální hodnoty).
- Celkový účinník.
- Frekvence.
- Provozní hodiny.
- Činná energie (pozitivní v každé fázi, negativní celková).
- Jalová energie (pozitivní v každé fázi, negativní celková)²⁷.

²⁷ [online]. [cit. 2023-04-30]. Dostupné z:
https://image.schrackcdn.com/katalogseiten/k_mericipristroje08-20-21_cs.pdf

II. PRAKTICKÁ ČÁST

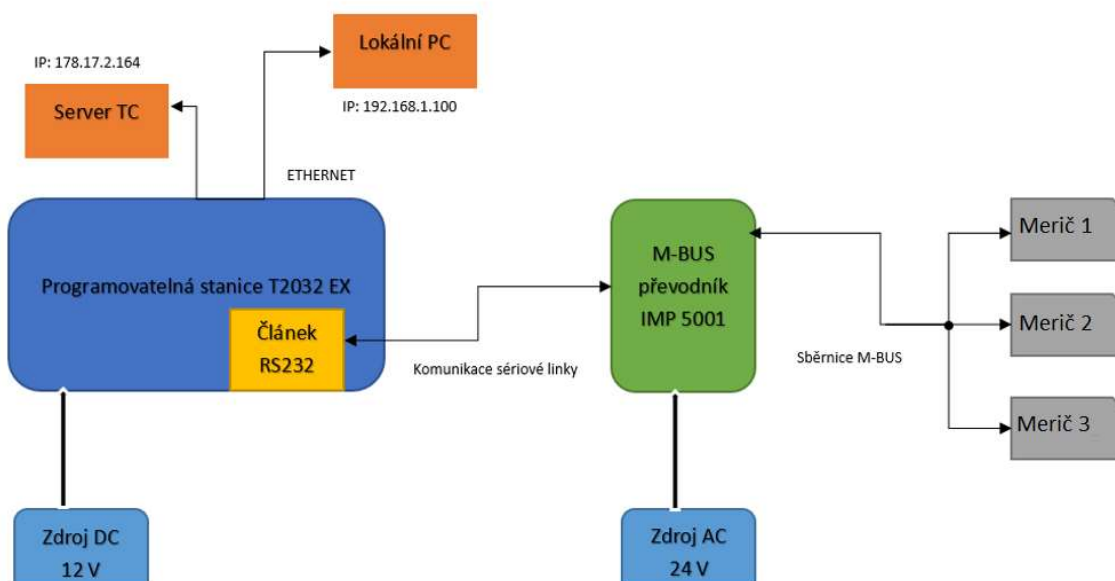
4 HW PROVEDENÍ DÁLKOVÝCH ODEČTŮ

Realizace dálkových odečtů byla realizována pomocí dvou stanic T2032EX. Model, který byl použit při odlaďování programu Mbus, je v přenosném kufru celý sestavený pomocí převodníku IMP5001 a tří Mbusových měřičů. Program pro dálkový odečet z analyzátoru sítě NA96 z cenových důvodů nebyl možný vytvořit do modelu, pouze je zde stanice s příslušným nastavením a odlaďování programu probíhalo přímo na stavbě.



Obrázek 4.1 Lokální a externí pracoviště pro vývoj programů Mbus a Schrack

4.1 HW konfigurace odečtu sběrnici M-BUS



Obrázek 4.2 Blokové schéma zapojení systému Mbus

Celé zapojení je konfigurované pro stanici T2032EX s komunikačním článkem RS232 vloženým do COM 1. Napájecí zdroj je 12 V, stejnosměrný a stabilizovaný. Byl použit zdroj PWSP 200 firmy Tronic Control.

Komunikaci pro odesílání dat zprostředkovává rozhraní ETHERNET. Ve vnitřním nastavení stanice se přiřadí, na které servery jsou data zasílána. Stanice v základu umožňuje odesílání na 4 servery, ale po patřičné SW úpravě je tento počet možné rozšířit až na 12 různých příjemců zpráv. Nejčastěji se využívá lokální pracoviště v rámci podnikové sítě, nebo odesílání dat na webový server Tronic Control s IP adresou 178.17.2.164.

Elektrické rozhraní pro odečet měřičů zprostředkovává převodník IMP 5001, který pouze převádí napětové a proudové stavy ze sběrnice M-Bus na hodnoty sériové linky. Je napájen transformátorem s napětovým výstupem 24 V AC. Převodník se nijak nestará o ukládání nebo interpretaci dat. Je elektrickým prostředníkem dvou rozhraní. Dokáže obsluhovat 1-250 zařízení na sběrnici. Omezení tvoří možnosti adresace přístrojů z důvodů vyhrazení adres pro obsluhu sběrnice M-Bus. Pro možnost připojení do tří přístrojů může být tento převodník vynechán a nahrazen komunikačním článkem M-Bus přímo do COM1.

V tomto konkrétním řešení je systém limitován také programovatelnou stanicí, která je navržena pro instance objektů s indexací _1-99.

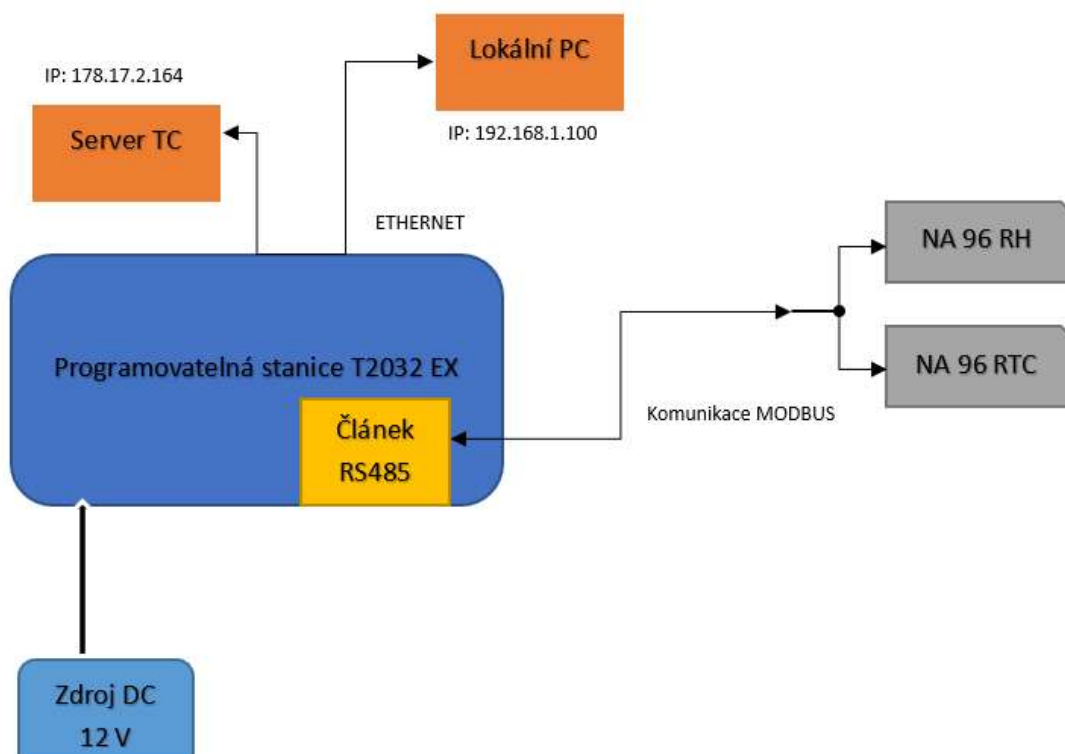
Reálná maximální konfigurace je tedy 96 zařízení na sběrnici. První tři instance v programu jsou indexované 1-3. Jsou určeny pro obsluhu vstupně výstupní strany, také k tvorbě terminálu a programu zpracovávající komunikaci s okolím.

Zařízení na sběrnici mohou být různorodá (např. elektroměry, vodoměry, kalorimetry aj.) s podmínkou, že dodržují předepsanou normu sběrnice M-Bus. Jsou zapojena ve hvězdicovité topologii.

Na trhu se objevují zařízení, která deklarují, že umí protokol M-Bus, ale při podrobnějším zkoumání se ukáže, že naprosto ignorují stanovenou normu. Při této práci jsem se s takovým zařízením setkal. Vnitřní funkce stanice, které jsou použity pro komunikaci, nebyly schopny dávat relevantní výsledky. Výrobce elektroměru EASTRON SDM630 naprosto ignoroval a nepochopil principy M-Busu. Jakoukoliv veličinu (hodnotu energie) označovali stejně 0C 04_{HEX}.

Zařízení použitá v této práci a při tvorbě programu dodržují základní normu a výrobce chápe a používá jasně daná pravidla pro naprogramování svých přístrojů. Každou hodnotu rozlišuje různou hexadecimální hodnotou.

4.2 HW konfigurace odečtu sběrnicí MODBUS RTU



Obrázek 4.3 Blokové schéma zapojení systémem Modbus

Blokové schéma zobrazuje, jak je možné HW připojit programovatelnou stanici T2032EX ke sběrnici Modbus RTU. Napájení je vždy stejné. Stabilizovaným stejnosměrným 12V zdrojem označeným PWSP200.

Komunikace do venkovního okolí je zajištěna také pomocí ethernetu.

Přímá sběrnice a její elektrické rozhraní je zde řešeno již bez externího převodníku. Do komunikačního portu COM1 se vloží článek RS485. Ten zajišťuje přímo napěťové hodnoty pro rozhraní RS485. Topologie připojení zařízení je liniová. V tomto případě byly připojeny dva stejné analyzátoři sítě NA96 pro měření a zobrazování hodnot v hlavním rozvaděči administrativní budovy. Omezení počtu připojených zařízení je dáno možností programu stanice na 96 přístrojů.

Komunikace Modbus je velmi používaným standardem v průmyslu, proto výrobci dodržují normu. Někdy hodnoty i jednotlivé služby rozmístí do nesmyslných rámců, a program pak zbytečně musí přeskakovat mezi proměnnými na větší počet dotazů. Zdržuje to celou komunikaci. Analyzátor sítě NA96 tento problém nemá a dá se vyčítat za velmi krátkou dobu.

5 PROGRAMY PRO DÁLKOVÉ ODEČTY

Tvorba programu pro stanici T2032EX je realizován jazykem LEDA v prostředí WINLEDA. Vyznačuje se blokovou strukturou s možností deklarovat globální nebo lokální proměnné, které lze pak pomocí indexace rozšiřovat pro použití na více objektů se stejnými vlastnostmi a parametry. Využívá vnitřní funkce stanice, které pak interpretuje do vyšší úrovně. Objekty byly tvořeny pro možnost opakovatelného použití do dalších podobných zakázek pro dálkové odečty energií a jiných veličin. I technik bez programovacích dovedností může takto stanici nahrát a použít. Zobrazení dat je také kopírovatelné. WINLEDA a terminálový systém TERLEDA jsou předpřipraveny pro snadnou tvorbu aplikací.²⁸

5.1 SW pro dálkový odečet M-BUS

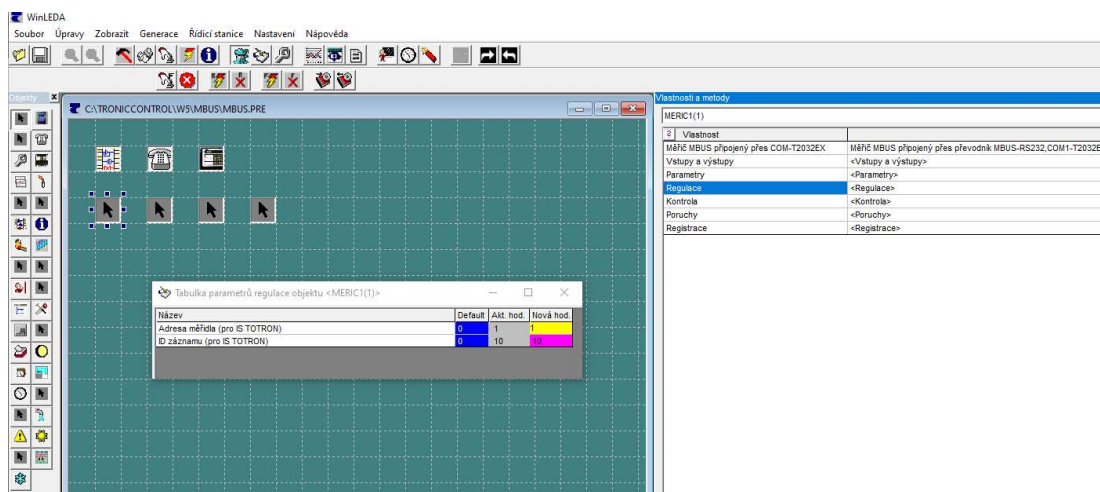
Program pro dálkový odečet měřících přístrojů je nazván Mbus.PRE. Umožňuje komunikační sběr dat z měřičů přes sběrnici M-Bus pro systém Tronic T2032EX na komunikačním kanálu COM1. Aplikace je odzkoušena a laděna na třech přístrojích. Jedná se o vodoměry pro studenou a teplou vodu firmy EMBRA a elektroměr CARLO GAVAZZI. V instanci vložené do programu je vlastnost značena ID 040 - Měřič M-Bus připojený přes převodník MBUS-RS232 COM1-T2032EX.

V programu WINLEDA se ke každému ID záznamu měření vloží jedna instance objektu MERIC.OBJ. (indexace objektu). V tabulce regulace (SETBOX) se pak zadává M-Bus, adresa měřidla a ID záznamu.

5.1.1 Tabulka regulace

```
/*SETBOX*/  
S_ar_Adresa_xx < 0 ; /*S_ar_Adresa_xx=Adresa měřidla (pro IS TOTRON)*/  
S_ar_MeridloS_xx < 0 ; /*S_ar_MeridloS_xx=ID záznamu (pro IS TOTRON)*/  
/*ENDSETBOX*/
```

²⁸ KLIMENT, Dušan. Příručka programátora: interní podklad pro jazyk LEDA. 1994.



Obrázek 5.1 Grafické rozhraní WinLEDA s tabulkou regulace

Adresa měřidla a ID záznamu jsou následně použity při spuštění programu pro vytvoření seznamu měřičů v komunikačním systému MBus T2032EX. Provádí se zde změna hodnot těchto proměnných pro příslušnou adresu měřiče a označení záznamů. Adresy jednotlivých měřičů jsou do komunikačního systému přidávány pomocí funkce ADDMETER. Přidávají se pouze instance měření s adresou větší než 0 do velikosti 250 DEK. Počet přidávaných instancí měření se uchová v proměnné.

```
num_nodemt; /* pocet pridanych mericich mist */
```

5.1.2 Vyšší počet záznamů z jednoho měřicího přístroje

V případě, že měřič vytváří více ID záznamů, vloží se do programu tolik instancí objektu, kolik je ID záznamů s maximálním počtem 96. Komunikační systém M-Bus pak ukládá do zásobníku rekordů jednotlivé záznamy zvýšené o +1. Zvýšené hodnoty ID se nastaví v dalších instancích v parametru ID záznamu. Adresy měřidla se v jednotlivých instancích ponechají shodné. FW systému zajistí, že se fyzicky do komunikačního systému M-Bus přidá pouze jedna adresa měření, ale s více ID záznamy.

```
/* FW zaridi ze se neprida stejna adresa */
```

Program pak pomocí funkce GETMETER jednotlivé záznamy ze zásobníku rekordů vybírá. Jeden vybraný záznam se následně předává do programu a dekoduje podle hodnoty ID záznamu.

5.1.3 Kód programu pro přidání měřiče

5.1.3.1 INB soubor

Soubor sloužící k propojování objektů se řadí do celého kódu před výkonnou částí programu za terminál. Při spuštění programu se vynuluje čítač s počtem měřičů.

```
/* Vynulovani poctu mericu pri START | RESTART programu */
  IF((CSTART>IMP) | (RSTART>IMP)) { 0 > num_nodemt; };
```

V každé instanci objektu je čítač počtu průchodů přes všechny instance měření, proměnná *cnt_nodemt*

```
/* Citac pruchodu vseh siti mericich mist */
  cnt_nodemt + 1 > cnt_nodemt;
```

Tento čítač je průchodem přes každou instanci měření inkrementován o hodnotu +1 a po průchodu přes všechny instance měření je opět nastaven na hodnotu 1, ale to pouze v první instanci objektu měření. Tím je docíleno toho, že se ze zásobníku rekordů vybírá v první instanci měření jen jeden záznam. Záznam v sobě nese hodnotu ID (ident) deklarovanou proměnnou pro typ rekordu délky 44 byte pro T2032EX, a je tak správně dekodován pouze příslušnou instancí měření, kde se ID shoduje se zadaným ID záznamu.

5.1.3.2 Přidání instance měření

Při startu nebo restartu programu se pomocí funkce ADDMETER přidávají jednotlivé instance měření do komunikačního systému MBus.

```
/* Pridani merice do seznamu */
  IF((CSTART>IMP) | (RSTART>IMP)) // start ( nebo | ) restart programu
  {
    S_ar_Adresa_xx > node_Adresa_xx; // adresa měření
    S_ar_MeridloS_xx > node_Id_xx; // ID záznamu
    /* FW zaridi ze se neprida stejna adresa */
    IF(node_Adresa_xx >> 0) // Přidávají se pouze instance měření s adresou >> 0.
    {
      /* rozsireni poctu parametru */
      /* chan,node?,ID?,typExp? > ADDMETER > leave? */
      /* nechame shodne node a ID */
      /* typExp zde neni vyuzit, jedna se o pridavne expanzni mereni */
      COM1,node_Adresa_xx,node_Id_xx, > ADDMETER > COM1_leavemt;
      /* COM1_leavemt = zbyvajici pocet MT ... (Buffer pro MAX 128 MT) */
      num_nodemt + 1 > num_nodemt; /* pocet pridanych mericich mist */
    };
  };
};
```

5.1.3.3 Výběr jednoho záznamu ze zásobníku rekordů

Zavolání funkce GETMETER vybere ze zásobníku rekordů jeden záznam a předá hodnoty do proměnných:

- RecByte = byte pole záznamu 44 byte
- Resultmt = Probíhá cyklus sběru dat z měřiče (hodnota $>> 0$ znamená, že byl vyčten záznam)
- Recrem = Počet zbývajících záznamů měřičů k vyčtení

```

/* Objekt: MERIC(1) */
/* Vlastnost: Měřič MBUS připojený přes COM-T2032EX*/
/*PROPERTY PXX_ID=ID_040*/

/*PROPERTY PXX_HELP=(Vlastnost ID_040) - Komunikačně připojený měřič MERIC přes převodník COM-T2032EX.
T2032CX sám komunikuje s patřičným počtem měřičů a přenáší je do TRONIC.
Podle adresy si každý objekt přebírá své zprávy a dále zpracovává.
T2032CX používá při dekodování recordu i typ záznamu.
UPOZORNĚNÍ!
Pro úsporu programového kódu je nutné doplnit do INB souboru,
vymulování počtu měřičů při START | RESTART programu,
POZOR! může být použito pouze 1x:
IF((CSTART>IMP) | (RSTART>IMP)) { 0 > num_nodemt; };
*/
/*PROPERTY PXX_NAME=Měřič MBUS připojený přes COM-T2032EX*/

/*P_PXX=Měřič MBUS připojený přes převodník MBUS-RS232,COM1-T2032EX*/
/*I_PXX=ID_040_03*/
/*V_PXX=S_ar Adresa_03,S_ar MeridloS_03,A_ar cnt_tout_mer_03,S_ar cnt_tout_mer_03,AvailData,
StartCylkMT,resultmt_bool,recrem,
LD ChybaArr_03,

```

Obrázek 5.2 44 Bytové pole se záznamem elektroměru

```

/* Objekt: MERIC2(2) */
/* Vlastnost: Měřič MBUS připojený přes COM-T2032EX*/
/*PROPERTY_PXX_ID=ID_040*/

/*PROPERTY_PXX_HELP=(Vlastnost ID_040) - Komunikačně připojený měřič MERIC přes převodník na zařízení COM-T2032EX.
T2032CX sám komunikuje s patřičným počtem měřičů a přenáší je do TRONIC.
Podle adresy si každý objekt přebírá své zprávy a dále zpracovává.
T2032CX používá při dekodování záznamu i typ záznamu.
UPOZORNĚNÍ!
Pro úsporu programového kódu je nutné doplnit do INB souboru,
vynulování počtu měřičů při START | RESTART programu,
POZOR! může být použito pouze 1x:
IF((CSTART>IMP) | (RSTART>IMP)) { 0 > num_nodemt; };
*/
/*PROPERTY_PXX_NAME=Měřič MBUS připojený přes COM-T2032EX*/
{
/*P_PXX=Měřič MBUS připojený přes převodník MBUS-RS232,COM1-T2032EX*/
/*I_PXX=ID_040_03*/
/*V_PXX=S_ar Adresa_04,S_ar_MeridloS_04,A_ar_cnt_tout_mer_04,S_ar_cnt_tout_mer_04,AvailData,
StartCylMT,resultMT_bool,recrem,
LD_ChychalArr_04,
LD_Chychal_04 EQU LD_ChychalArr_04,
LD_Chycha2Arr_04,
LD_Chycha2_04 EQU LD_Chycha2Arr_04,
LD_ErrorArr_04,
LD_Error_04 EQU LD_ErrorArr_04,
ER_ErrorArr4_04,MR_ErrorArr4_04,
MT_Energie_04,A_ar MT_MEnergie_04,
MT_Energie1_04,MT_Energie2_04,
MT_Objem_04,
MT_Vykon_04,
MT_Protok_04,
MT_Proud_04,

```

Obrázek 5.3 44 bytové pole se záznamy vodoměru.

Po průchodu všech instancí měření se vynuluje proměnná getmeters a čítač průchodů cnt_nodemt se nastaví na hodnotu 1. Tím začíná nové kolo, vyčtení dalšího záznamu ze zásobníku rekordů a následné dekodování.

```
/* kontrolni citac zh2_xx muze pricitat pouze v prvni objektu v poradi */
IF(cnt_nodemt >> num_nodemt) { 0 > getmeters; 1 > cnt_nodemt; zh2_xx + 1 > zh2_xx;
};
IF(!getmeters)
{
    1 > getmeters; // v první instanci objektu měření se nastaví do proměnné hodnota 1
    // tím se zajistí, že ostatní instance již nevyčtou další záznam

    /* Funkce GETMETER se muze volat pouze jednou pri tomto zpusobu zpracovani, */
    /* kdy kazde merici misto ma svou sit. */
    /* Plneni zasobniku recordu v FW je totiz asynchronni, */
    /* takze pri dalsim zavolani funkce GETMETER */
    /*
    by se predal ihned dalsi record ze zasobniku a tim by se stalo, ze by byl rekord zahozen */
    /* Takze funkce GETMETER se muze zavolat pouze 1x a pak se musi najit */
    /* meric, kteremu zaznam nalezi */

    GETMETER > recByte,resultmt,recrem;
    zh1_xx + 1 > zh1_xx;
    /* kontrolni citac zh1_xx muze pricitat pouze v prvni objektu v poradi */
};
```

5.1.3.4 Dekódování záznamu podle hodnoty ID záznamu

V případě, že je předán záznam ze zásobníku, proměnná resultmt se nastavuje takto:

Resultmt >> 0, (hodnota >> 0 znamená, že byl vyčten záznam), adresa >> 0.

V proměnné ident je ve vyčteném záznamu hodnota ID a porovnává se se zadanou hodnotou ID záznamu měřiče. V případě, že se hodnoty ID rovnají (==), je provedeno dekodování záznamu a kopírování hodnot do jednotlivých proměnných. Dekódování se provádí na základě jednotlivých reprezentací proměnných a převod obstarává FW stanice.

```
/* Dekodovani recordu MBUS */
IF((resultmt >> 0) & (S_ar_Adresa_xx >> 0) & (ident == S_ar_MeridloS_xx))
{
    0 > A_ar_cnt_tout_mer_xx; /* Vynuluj citac vypadku komunikace s mericem */
```

```
//kopírování hodnot do jednotlivých proměnných,
// Deklarace - jednotlivé proměnné pro uložení záznamu z měřiče MBUS
/* novy 44B record */
energy / 1000 / 1000 > MT_Energie_xx; /* FU73.GJ , bez REP. MJ */
energy / 3600 > MT_Energie1_xx; /* FU73.kWh , bez REP. Wh */
energy > MT_Energie2_xx; /* , bez REP. Ws */
volume > MT_Objem_xx; /* FU73.m3 , bez REP. l */
power > MT_Vykon_xx; /* FU33.kW , bez REP. W */
flow > MT_Prutok_xx; /* FU33.m3/h , bez REP. l/h */
/* Pro elektromer je na pozici flow (Prutok) , Proud */
flow > MT_Proud_xx; /*MT_Proud_xx=Proud [A];FU31.A;S*/
tepFlow * 10.0 > MT_TepTop_xx; /* TT.°C , bez REP. 0.1°C */
tempRet * 10.0 > MT_TepZp_xx; /* TT.°C , bez REP. 0.1°C */
MT_TepTop_xx - MT_TepZp_xx > MT_dtTep_xx;
};
```

5.1.3.5 Asynchronní start cyklu sběru dat z měřičů MBUS

Periodičnost komunikace s měřiči probíhá podle nastavených parametrů komunikačního kanálu COM1 v T2032EX, (nastavení přes EXSet). Komunikaci lze spustit také asynchronně mimo tyto nastavené parametry příkazem STARTMETER. Spouští se nastavením hodnoty 1 do proměnné, která je uvedena v tabulce Parametry.

```
StartCyklMT < 0 ;/*StartCyklMT=Asynchronní start cyklu sběru dat z
měřičů;#1="1"#0="0"*/
/* kontrolni citac zh3_xx muze pricitat pouze v prvni objektu v poradí */
IF(StartCyklMT) { 0 > StartCyklMT; COM1 > STARTMETER; zh3_xx + 1 > zh3_xx; };
```

5.1.3.6 Proměnné pro uložení záznamu z měřiče MBUS

```
MT_Energie_xx; /*MT_Energie_xx=Energie [GJ];FU73.GJ;S*/
MT_Energie1_xx; /*MT_Energie1_xx=Energie [kWh];FU73.kWh;S*/
MT_Energie2_xx; /*MT_Energie2_xx=Energie [Ws];.Ws;S*/
MT_Objem_xx; /*MT_Objem_xx=Objem [m3];FU73.m3;S*/
MT_Vykon_xx; /*MT_Vykon_xx=Výkon [kW];FU33.kW;S*/
MT_Prutok_xx; /*MT_Prutok_xx=Průtok [m3/h];FU33.m3/h;S*/
/* Pro elektromer je na pozici flow (Prutok) , Proud */
MT_Proud_xx; /*MT_Proud_xx=Proud [A];FU31.A;S*/
MT_TepTop_xx; /*MT_TepTop_xx=Teplota média [°C];TT;S*/
MT_TepZp_xx; /*MT_TepZp_xx=Teplota vratná [°C];TT;S*/
MT_dtTep_xx; /*MT_dtTep_xx=dT Teplota média - vratná [°C];TT;S*/
/*ENDDIALOGBOX*/
```

5.1.4 Tabulka Parametry

```
/*DIALOGBOX*/
StartCyklMT < 0 ;/*StartCyklMT=Asynchronní start cyklu sběru dat z
měřičů;#1="1"#0="0"*/
resultmt_bool; /*resultmt_bool=Probíhá cyklus sběru dat z měřičů;#1="1"#0="0";S*/
```

*recrem; /*recrem=Počet zbývajících záznamů měřičů k vyčtení;;S*/*

*S_ar_cnt_tout_mer_xx < 5 ; /*S_ar_cnt_tout_mer_xx=Nastavení timeout komunikace s měřičem v [min], po kterém se vyhlásí chyba komunikace s měřičem [S_ar_cnt_tout_mer_xx]*/*

*A_ar_cnt_tout_mer_xx; /*A_ar_cnt_tout_mer_xx=Čítač timeout komunikace s měřičem v [min], po kterém se vyhlásí chyba komunikace s měřičem [A_ar_cnt_tout_mer_xx];;S*/*

Tabulka parametrů objektu <MERIC2(2)>

Název	Default	Akt. hod.	Nová hod.
Asynchronní start cyklu sběru dat z měřičů	0	0	0
Probíhá cyklus sběru dat z měřičů	1	1	
Počet zbývajících záznamů měřičů k vyčtení	1	1	
Nastavení timeout komunikace s měřičem v [min], po kterém se vyhlásí chyba komunikace s měřičem [S_ar_cnt_tout_mer_xx]	5	5	5
Čítač timeout komunikace s měřičem v [min], po kterém se vyhlásí chyba komunikace s měřičem [A_ar_cnt_tout_mer_xx]	0	0	
----- Proměnné pro uložení záznamu z měřiče MBUS -----	0		
Energie [GJ]		0000000.000 GJ	
Energie [kWh]		0000000.000 kWh	
Energie [Ws]		0 Ws	
Objem [m3]		0000001.258 m3	
Výkon [kW]		000.000 kW	
Průtok [m3/h]		000.000 m3/h	
Proud [A]		000.0 A	
Teplota média [°C]		0.0 °C	
Teplota vratná [°C]		0.0 °C	
dT Teplota média - vratná [°C]		0.0 °C	

Tabulka 5.1 Parametry měřených veličin v programu WinLEDA - vodoměr

Tabulka parametrů objektu <MERIC1(1)>

Název	Default	Akt. hod.	Nová hod.
Asynchronní start cyklu sběru dat z měřičů	0	0	0
Probíhá cyklus sběru dat z měřičů	1	1	
Počet zbývajících záznamů měřičů k vyčtení	0	0	
Nastavení timeout komunikace s měřičem v [min], po kterém se vyhlásí chyba komunikace s měřičem [S_ar_cnt_tout_mer_xx]	5	5	5
Čítač timeout komunikace s měřičem v [min], po kterém se vyhlásí chyba komunikace s měřičem [A_ar_cnt_tout_mer_xx]	0	0	
----- Proměnné pro uložení záznamu z měřiče MBUS -----	0		
Energie [GJ]		0000000.004 GJ	
Energie [kWh]		0000001.277 kWh	
Energie [Ws]		4600000 Ws	
Objem [m3]		0000000.000 m3	
Výkon [kW]		000.006 kW	
Průtok [m3/h]		000.000 m3/h	
Proud [A]		000.0 A	
Teplota média [°C]		0.0 °C	
Teplota vratná [°C]		0.0 °C	
dT Teplota média - vratná [°C]		0.0 °C	

Tabulka 5.2 Parametry měřených veličin v programu WinLEDA - elektroměr

5.2 SW pro dálkový odečet Modbus RTU analyzátoru sítě NA96

Objekt NA96.OBJ umožňuje komunikační sběr dat z analyzátorů sítě NA96 Schrack přes sběrnici Modbus RTU pro systém Tronic T2032EX na komunikačním kanálu COM1 RS485. Jednotlivé služby a proměnné jsou komunikovány podle komunikačního protokolu vytvořeným výrobcem. Program pro dálkový odečet z analyzátoru sítě je nazván Schrack.PRE. Aplikace je odzkoušena a laděna na zařízení umístěné v rozvaděči administrativní budovy, kde do stávajícího analyzátoru byl umístěn převodník pro Modbus RTU, a tak mohla být data vyčítána na lokální síti. Protokol Modbus RTU dodržuje hlavičku s adresou a základními parametry, ale tělo programu a služby vyvolávání proměnných jsou vždy jiné a to tak, jak je navrhne výrobce zařízení. Každá komunikace touto sběrnicí musí být tedy navrhována pro každé zařízení individuálně. Objekt obsahující program byl nazván NA96.OBJ. Celý systém je připraven vyčítat dvě zařízení s označením RH a RTC se stejným komunikačním protokolem.²⁹

Address	Byte n.	Description	Unit
0x1000	Long	Phase 1 : phase voltage	mV
0x1002	Long	Phase 2 : phase voltage	mV
0x1004	Long	Phase 3 : phase voltage	mV
0x1006	Long	Phase 1 : current	mA
0x1008	Long	Phase 2 : current	mA
0x100a	Long	Phase 3 : current	mA
0x100c	Long	Neutral current	mA
0x100e	Long	Chained voltage : L1-L2	mV
0x1010	Long	Chained voltage : L2-L3	mV
0x1012	Long	Chained voltage : L3-L1	mV
0x1014	Long	3-phase : active power	(3)
0x1016	Long	3-phase : reactive power	(3)
0x1018	Long	3-phase : apparent power	(3)
0x101a	WORD	3-phase : sign of active power	(5)
0x101b	WORD	3-phase : sign of reactive power	(5)
0x101c	Long	3-phase : positive active energy	(4)
0x101e	Long	3-phase : positive reactive energy	(4)
0x1020	Long	3-phase : negative active energy	(4)
0x1022	Long	3-phase : negative reactive energy	(4)
0x1024	WORD	3-phase : power factor	1/100
0x1025	WORD	3-phase : sector of power factor (cap or ind)	1 : ind 2 : cap
0x1026	WORD	Frequency	Hz/10
0x1027	Long	3-phase : average power	(3)
0x1029	Long	3-phase : peak maximum demand	(3)
0x102b	WORD	Time counter for average power	minutes
0x102c	Long	Phase 1 : active power	(3)
0x102e	Long	Phase 2 : active power	(3)
0x1030	Long	Phase 3 : active power	(3)
0x1032	WORD	Phase 1 : sign of active power	(5)
0x1033	WORD	Phase 2 : sign of active power	(5)
0x1034	WORD	Phase 3 : sign of active power	(5)
0x1035	Long	Phase 1 : reactive power	(3)
0x1037	Long	Phase 2 : reactive power	(3)
0x1039	Long	Phase 3 : reactive power	(3)
0x103b	WORD	Phase 1 : sign of reactive power	(5)
0x103c	WORD	Phase 2 : sign of reactive power	(5)
0x103d	WORD	Phase 3 : sign of reactive power	(5)
0x103e	Long	Phase 1 : apparent power	(3)
0x1040	Long	Phase 2 : apparent power	(3)
0x1042	Long	Phase 3 : apparent power	(3)
0x1044	WORD	Phase 1 : power factor	1/100
0x1045	WORD	Phase 2 : power factor	1/100
0x1046	WORD	Phase 3 : power factor	1/100
0x1047	WORD	Phase 1 : power factor sector	1 : ind 2 : cap

Tabulka 5.3 Adresace a typy registrů komunikačního protokolu část 1

²⁹ [online]. [cit. 2023-05-08]. Dostupné z: https://image.schrackcdn.com/montageanleitungen/b_mgf3900r_en.pdf

0x1048	WORD	Phase 2 : power factor sector	1 : ind 2 : cap
0x1049	WORD	Phase 3 : power factor sector	1 : ind 2 : cap
0x104a	WORD	Phase 1 : THD V1	%
0x104b	WORD	Phase 2 : THD V2	%
0x104c	WORD	Phase 3 : THD V3	%
0x104d	WORD	Phase 1 : THD I1	%
0x104e	WORD	Phase 2 : THD I2	%
0x104f	WORD	Phase 3 : THD I3	%
0x1050	Long	Phase 1 : I1 average	mA
0x1052	Long	Phase 2 : I2 average	mA
0x1054	Long	Phase 3 : I3 average	mA
0x1056	Long	Phase 1 : I1 peak maximum	mA
0x1058	Long	Phase 2 : I2 peak maximum	mA
0x105a	Long	Phase 3 : I3 peak maximum	mA
0x105c	Long	(I1+I2+I3)/3	mA
0x105e	Long	Phase 1 : V1 min	mV
0x1060	Long	Phase 2 : V2 min	mV
0x1062	Long	Phase 3 : V3 min	mV
0x1064	Long	Phase 1 : V1 max	mV
0x1066	Long	Phase 2 : V2 max	mV
0x1068	Long	Phase 3 : V3 max	mV
0x106a	Long	3-phase : active partial energy	(4)
0x106c	Long	3-phase : reactive partial energy	(4)
0x106e	WORD	Operating timer counter	h
0x106f	WORD	Output relay status	(2)
0x1070	Long	3-phase : active average power	(3)
0x1072	Long	3-phase : reactive average power	(3)
0x1074	Long	3-phase : apparent average power	(3)
0x1076	Long	3-phase : active PFD power	(3)
0x1078	Long	3-phase : reactive PFD power	(3)
0x107a	Long	3-phase : apparent PFD power	(3)
0x1200	WORD	Current transformer ratio (RTA)	integer
0x1201	WORD	Voltage transformer ratio (RTV)	1/10 (tenths)
0x1202	Long	Device configuration	(1)
0x1204	WORD	Device identifier	0x10
0x1206	WORD	Voltage sequence diagnostic	1 : OK 2 : error

Tabulka 5.4 Adresace a typy registrů komunikačního protokolu část2

5.2.1 Tabulka parametry

V tabulce parametry může technik měnit adresy pro jednotlivá zařízení.

```
/*DIALOGBOX*/
S_ar_node_xx < 250 ;/*S_ar_node_xx=Adresa analyzátoru*/
/*ENDDIALOGBOX*/
```

Tabulka parametrů objektu <Schrack NA96 Analyzátor sítě RTC(2)>

Název	Default	Akt. hod.	Nová hod.
Adresa analyzátoru	250	2	2

Tabulka 5.5 Grafické rozhraní pro změnu adresy

Z tabulky Parametry jsou adresy analyzátorů zařazeny do projektu a následně použity v komunikačním stroji Modbus T2032EX v souboru SCHRACK.INB. Komunikační stroj v INB souboru je nyní připraven pro komunikaci se dvěma zařízeními.

Instance analyzátorů sítě NA96 Schrack jsou rozlišeny číslem _xx na konci proměnné. WINLEDA při generaci programu v každé instanci objektu v projektu přidělí proměnným jedinečné ID.

- Objekt [Schrack NA96 Analyzátor sítě RH] má Winledou přidělené _xx , _03.
- Objekt [Schrack NA96 Analyzátor sítě RTC] má Winledou přidělené _xx , _04.

5.2.2 Kód programu pro vyčítání dat protokolem Modbus RTU

5.2.2.1 INB soubor

INB soubor je umístěn v adresáři projektu Winleda, který jej při generaci programu zařadí na odkaz soubor INCLUDE do vygenerovaného zdrojového kódu LED. V INB souboru jsou 3 sítě.

```
basic_net – } END /* sitWL - ukončení site basic_net *
```

Standardně WINLEDA vkládá INB soubor na konec základní sítě basic_net, a proto se v tomto INB souboru nemůže vyskytnout další BEGIN síť. Když se ale použije ukončení sítě basic_net, mohou se další sítě použít.

```
/* sitWL - ukončení site basic_net */.
```

Síť 0 je periodická, provádí dotazy na data a vysílá zprávy Modbus.

```
BEGIN sit0(per1,,);
```

Síť 1 je událostní, provádí příjem a dekodování zpráv Modbus.

```
BEGIN EVENT sit1(,ModbusReceivedC1,);
```

5.2.2.2 Rozšíření komunikace na více analyzátorů

V případě rozšíření komunikace na více analyzátorů se musí do projektu vložit další instance objektu NA96.OBJ a v INB souboru ručně doplnit příslušný kód na 3 pozicích.

- 1 Pozice: Nastavení INB souboru

```
#DEFINE MAX_SELECT 3 /* Maximální počet analyzátorů sítě */
```

- 2 Pozice: V dotazu na stažení dat doplnit do SWI další case 3 a nastavit adresu.

```
_xx na _05 (resp. podle toho jaké _xx vygeneruje WINLEDA)
/* Dotaz na stažení dat podle čísla relace v proměnné select */
/* Podle čísla relace nastavit adresu analyzátoru */
/* POZOR! ve jménech proměnných S_ar_node_xx se musí uvést správné číslo
_xx, objektu (NA96), které vygenerovala WINLEDA */
```

```
SWI(select)
```

```
{
```

```
1: { /* dotaz na stažení dat z analyzátoru sítě 1 */
    S_ar_node_03 > node; /* adresa analyzátoru */
}; /*end case: */
```

```
2: { /* dotaz na stažení dat z analyzátoru sítě 2 */
    S_ar_node_04 > node; /* adresa analyzátoru */
}; /*end case: */
```

```
/*Doplnění analyzátoru sítě 3.*/
```

```

3: { /* dotaz na stažení dat z analyzátoru sítě 3 */
    S_ar_node_05 > node; /* adresa analyzátoru */
}; /*end case: */

```

```

};
/*end
SWI(select)*/

```

- 3 Pozice: V event síti příjmu zprávy z Modbus doplníme do SWI další case. Proběhne tak změna u příjmového pole.

device_xx na _05 (resp. podle toho jaké _xx vygeneruje WINLEDA)

/ Příjem datové zprávy z Modbus */*

```
BEGIN EVENT sit1(„ModbusReceivedC1,);
```

/ Podle čísla relace nastavit data z analyzátoru do proměnných příslušného objektu NA96 */*

/ POZOR! ve jménech proměnných device_xx se musí uvést správné číslo _xx, objektu (NA96), které vygenerovala WINLEDA */*

```
SWI(select)
```

```

{
1: { /* data z analyzátoru sítě 1 */
    /* Nakopíruj přijatá data z pole DataSem do pole device_xx příslušného objektu NA96
*/ DataSem,78,tBYTE,1,0 > COPY > device_03;
    }; /*end case: */
2: { /* data z analyzátoru sítě 2 */
    /* Nakopíruj přijatá data z pole DataSem do pole device_xx příslušného objektu NA96
*/ DataSem,78,tBYTE,1,0 > COPY > device_04;
    }; /*end case: */
3: { /* data z analyzátoru sítě 3 */
    /* Nakopíruj přijatá data z pole DataSem do pole device_xx příslušného objektu NA96
*/ DataSem,78,tBYTE,1,0 > COPY > device_05;
    }; /*end case: */
}; /*end SWI(select)*/

```

Dotazy na data z jednotlivých analyzátorů sítě se provádí po 5 sec v síti 0. Pro provedení jedné relace se nastaví hodnota 1 do proměnné *proved_relaci*. Číslo relace je uchováno v proměnné *select*. Po dosažení max počtu relací *MAX_SELECT* se proměnná *select* vynuluje a začíná se další kolo dotazů.

/ čítač periody komunikace s analyzátoru site NA96 */*

```
IF(MSEC > DIF) { cnt_select + 1 > cnt_select; };
```

/ každých 5 sec proved relaci, dotaz na stažení dat z jednoho analyzátoru sítě NA96 */*

```
IF(cnt_select >= 5)
```

```
{
```

```

/* Kontrola dosažení maximálního počtu relací */
IF(select >= MAX_SELECT)
{
    0 > select; /* vynuluj číslo relace pro další kolo dotazů */
}; /*end IF(select >= MAX_SELECT)*/
select + 1 > select; /* číslo relace na příslušný analyzátor sítě NA96 */
0 > cnt_select; /* vynuluj čítač */
1 > proved_relaci; /* nastav flag na provedení relace */
}; /*end IF(cnt_select >= 5)*/

```

Při nastavení proměnné *proved_relaci* na hodnotu 1 je provedena jedna relace. Po provedení relace je proměnná vynulována

```
0 > proved_relaci; /* Vynuluj flag na provedení relace*/
```

Hlavička dotazu z jednotlivých analyzátorů je shodná.

funkce 3 – čtení více registrů

```
3 > func; /* funkce 3 - čtení pole registrů */
```

Adresa prvního registru je 1000 Hex, tj. 16 x 256 = 4096Dec, dokumentace Schrack – Communication Protocol NA96/NA96+.

```
16 > DataVen[0]; /* horní byte adresy prvního registru */
```

```
0 > DataVen[1]; /* dolní byte adresy prvního registru */
```

Počet čtených registrů je 78.

```
0 > DataVen[2]; /* horní byte počtu registrů */
```

```
78 > DataVen[3]; /* dolní byte počtu registru */
```

Provedení jedné relace:

```
IF(proved_relaci)
```

```

{
    /* Hodnoty hlavičky dotazu jsou shodné pro všechny analyzátory sítě NA96 */
    3 > func; /* funkce 3 - čtení pole registrů */
    16 > DataVen[0]; /* horní byte adresy prvního registru */
    0 > DataVen[1]; /* dolní byte adresy prvního registru */
    0 > DataVen[2]; /* horní byte počtu registrů */
    78 > DataVen[3]; /* dolní byte počtu registru */
    /* Dotaz na stažení dat podle čísla relace v proměnné select */
    /* Podle čísla relace nastavit adresu analyzátoru */
    /* POZOR! ve jménech proměnných S_ar_node_xx se musí uvést správné číslo _xx,
    objektu (NA96), které vygenerovala WINLEDA */
    SWI(select)
    {
        1: { /* dotaz na stažení dat z analyzátoru sítě 1 */
            S_ar_node_03 > node; /* adresa analyzátoru */
        }; /*end case: */
        2: { /* dotaz na stažení dat z analyzátoru sítě 2 */
            S_ar_node_04 > node; /* adresa analyzátoru */
        }; /*end case: */
    }; /*end SWI(select)*/
}

```

5.2.3 Vyslání zprávy Modbus

Vyslání dotazu provádí funkce MODBUSSND.

Parametry funkce:

- DataVen – pole pro vyslání.
- Func – typ funkce /* funkce 3 - čtení pole registrů */.
- 4 – počet vysílaných byte z pole DataVen.
- COM1 – komunikační kanál.

```
node – adresa analyzátoru sítě /* S_ar_node_xx */  
/* vyslat dotaz na sběrnici MODBUS */  
DataVen,func,4,node,COM1 > MODBUSSND;  
0 > proved_relaci; /* Vynuluj flag na provedení relace*/  
}; /*end IF(proved_relaci)*/
```

5.2.4 Příjem zprávy Modbus a zpracování dat

5.2.4.1 Příjem dat z analyzátorů v EVENT síti

```
/* Příjem datové zprávy z MODBUS */  
BEGIN EVENT sit1(,ModbusReceivedC1,);  
Příjem zprávy provádí funkce MODBUSRCV.
```

Parametry funkce:

- 248 – max. počet byte.
- COM1 – komunikační kanál.
- DataSem – pole pro příjem dat.
- RecvType – typ funkce.
- RecvLen – délka přijatých dat , počet bytu.

```
/* Příjem zprávy z MODBUS na portu COM1 */  
248, COM1 > MODBUSRCV > DataSem,recvType,recvLen;
```

Při příjmu zprávy Modbus je nastaven Event bit ModbusReceivedC1. Od tohoto bitu je spuštěna Event síť1, ve které je provedeno čtení přijatých dat. Čtení dat Modbus provádí funkce MODBUSRCV, data ukládá do pole *DataSem*. Následně se podle čísla relace *select* uloží data z příslušného analyzátoru sítě do pole:

- *DataSem*,78, tBYTE,1, 0 > COPY > *device_xx*;
- Funkce COPY zkopíruje 78 byte (tBYTE) z pole *DataSem* od indexu 1, do pole *device_xx* od indexu 0.
- V objektu NA96.OBJ jsou přes pole *device_xx*, pomocí EQU položeny jednotlivé proměnné registrů analyzátoru ... v názvu proměnné je *_dev_xx*.

5.2.4.2 Dekódování přijatých dat Modbus podle čísla relace

/ Podle čísla relace nastavit data z analyzátoru do proměnných příslušného objektu NA96 */ /* POZOR! ve jménech proměnných device_xx se musí uvést správné číslo_xx, instance objektu (NA96), které vygenerovala WINLEDA */*

- Instance [Schrack NA96 Analyzátor sítě RH] má Winledou přidělené *_xx* , *_03*.
- Instance [Schrack NA96 Analyzátor sítě RTC] má Winledou přidělené *_xx* , *_04*.
- Funkce COPY zkopíruje 78 byte (tBYTE) z pole *DataSem* od indexu 1, do pole *device_xx* od indexu 0.

SWI(select)

```

{
  1: { /* data z analyzátoru sítě 1 */
    /* Nakopíruj přijatá data z pole DataSem do pole device_xx příslušného objektu NA96
    */ DataSem,78,tBYTE,1,0 > COPY > device_03;
    }; /*end case: */
  2: { /* data z analyzátoru sítě 2 */
    /* Nakopíruj přijatá data z pole DataSem do pole device_xx příslušného objektu NA96
    */ DataSem,78,tBYTE,1,0 > COPY > device_04;
    }; /*end case: */
  }; /*end SWI(select)*/
  /* sit1 ukončí WL */
  /* end - SCHRACK.INB */

```

5.2.4.3 Zobrazení záznamu z měřiče NA96 v tabulce Regulace

Před uložením dat z příjmového pole do proměnných pro zobrazení v objektu se provede přepoččet podle použitých reprezentací. Proměnné pro uložení záznamu z Modbusu zobrazené v tabulce Regulace (SETBOX).

Hodnoty se již zobrazují v přepočítaných jednotkách a vydělené odpovídající dekadou.

Tabulka parametrů regulace objektu <Schrack NA96 Analyzátor sítě RTC(2)>

Název	Default	Akt. hod.	Nová hod.
Napětí L1		000.0 V	
Napětí L2		000.0 V	
Napětí L3		000.0 V	
Proud L1		000.00 A	
Proud L2		000.00 A	
Proud L3		000.00 A	
Proud N		000.00 A	
Napětí L1/L2		000.0 V	
Napětí L2/L3		000.0 V	
Napětí L3/L1		000.0 V	
Činný výkon		0000.0 kW	
jalový výkon		0000.0 kVAr	
zdánlivý výkon		0000.0 kVA	
účinník		0.00	
sektor účinníku (1=induktivní, 2=kapacitní)		XXX	
kmitočet		00.0 Hz	
Znac_činný výkon		0 stav	
Znac_jalový výkon		0 stav	
Klad_činná Energy		00000000 kWh	
Klad_jalová Energy		00000000 kVArh	
Záp_činná Energy		00000000 kWh	
Záp_jalová Energy		00000000 kVArh	

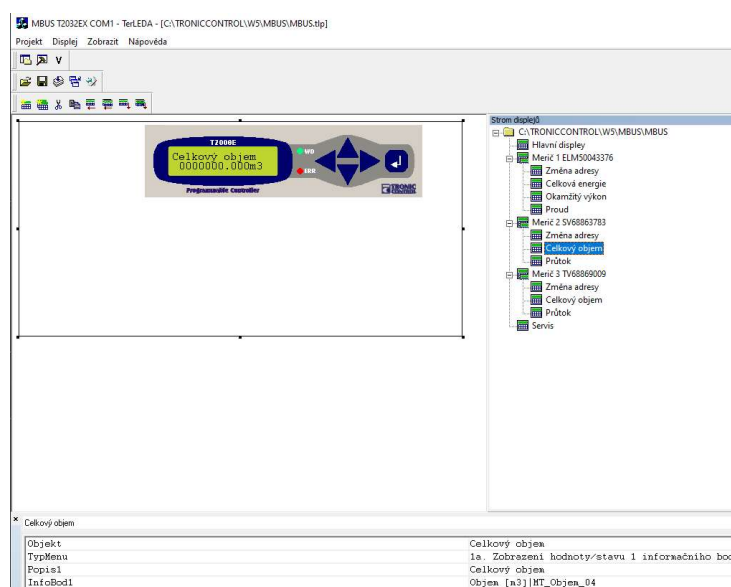
Tabulka 5.6 Grafické zobrazení hodnot vyčtených z analyzátoru sítě

6 PREZENTACE A ZOBRAZENÍ ODEČTENÝCH DAT

Prezentaci sbíraných dat nebo hodnot pro technologický proces nejčastěji provádíme na třech místech. Terminál zařízení – program Terleda, lokální PC – program Vizleda a pomocí webového rozhraní – program VizWEB. Pro zobrazování je vždy klíčové co nejjednodušší a přehledná prezentace. Někdy pro zákazníka méně je více. Jsou aplikace, kde je zapotřebí mít jen celkový přehled v tomto příkladě (celkové energie), jindy zase uživatel vyžaduje sebemenší podrobnost o každé měřené veličině. Také je dobré si možnosti nastavování například adres umístit přímo na terminál pro možnost výměny zařízení.

6.1 Terminál

Pro návrh terminálu je použit program Terleda. Program je součástí grafického rozhraní Winleda. Výstupní kód se generuje automaticky z předem sestavených obrazovek. Lze jej před celkovým překladem zdrojového kódu, jakkoliv upravovat a tvořit. Terminál pro program odečtu Mbus byl navržen stromovitým způsobem pro každý měřič samostatně. Nejprve zobrazím název měřiče sériové číslo a jeho adresu. V menu lze listovat jednoduchými kroky v hodnotách, které měřič zasílá.³⁰



Obrázek 6.1 Návrh obrazovek pro terminál

³⁰ MRÁZ, Vít. WINLEDA příručka uživatele: vývojové prostředí WinLEDA a tvorba software pomocí objektového programování [online]. 12.2001. Praha [cit. 2023-05-07].

Ovládat terminál lze šípkami nebo otočným kolečkem na stanici. Obrazovky s „+“ před textem signalizují, že se zde nachází víceúrovňové menu. Toto menu lze ovládat pomocí šipek.

Popis a adresa měřiče



Obrazovka pro změnu adresy



Hlavní energie měřiče



Další hodnoty poskytující měřičem



Obrázek 6.2 Zobrazení hodnot a parametrů na terminálu

Stejně tak můžeme zobrazovat i jednotlivé hodnoty z analyzátoru sítě NA96.

6.2 VIZLEDA

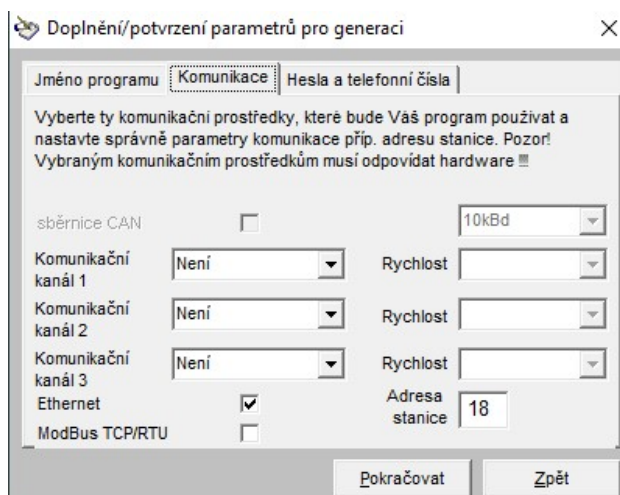
Program navržený a vytvořený ve vývojovém prostředí Microsoft Visual studio jazykem Visual Basic. Jádrem programu bylo vytvořeno sw návrhářem Ing. Vítem Mrázem. Výstupem je vždy program vizleda.exe, který běží na lokálních sítích a počítačích. Není zde výstup na internetovou stranu. Přístup k počítači je vždy řešen individuálně. Například vzdálenou plochou přes VPN nebo programem TeamViewer. Jádrem je vždy zachováno. Programátor tvoří obrazovky. Vizualizace jednotlivých obrazovek a menu odpovídá vždy požadavkům konkrétních uživatelů a parametrům programu nahraných ve stanici.

V praxi se vždy využívá jádro programu včetně komunikačního systému TDS serveru a tvorby databází pro zobrazování a prezentování dat na lokálních pracovištích. Byla vytvořena přehledná obrazovka pro odečty systémem M-Bus a pro data z analyzátoru sítě.

6.2.1 Komunikační nastavení pro zobrazování dat

Zdrojový kód byl nazván ODECTY.sln, ze kterého je pak po přeložení vygenerován program vizleda.exe. Ten může být nasazen na lokálním PC. Databáze pro zápis dat je připravena v systému MySQL pod názvem ODECTY_db.

Před generací programu stanice se zvolí varianta posílání dat. Byla zvolena varianta zasílání ethernetem. Adresa stanice je identifikátor pro komunikaci do vizualizace serverem TDS. Takto se nastavují komunikační parametry stanice.



Obrázek 6.3 Nastavení parametrů komunikace do vizualizace

Po překladu kódu program Winleda generuje program značený koncovkou *com*. Uživatel může volit, které proměnné mají komunikovat.

Výběr informačních bodů pro komunikaci

Informační bod	Objekt	Vlastnost	Vysílat	Přijímat	SMS kód	Perioda	Skrýt
Adresa analyzátoru	Schrack NA96 Analyzátor sítě RH(1)	Analyzátor sítě Schrack NA96	X	X			
Napětí L1			X	----			
Napětí L2			X	----			
Napětí L3			X	----			
Proud L1			X	----			
Proud L2			X	----			
Proud L3			X	----			
Proud N			X	----			
Napětí L1/L2			X	----			
Napětí L2/L3			X	----			
Napětí L3/L1			X	----			
Činný výkon			X	----			
jalový výkon			X	----			
zdánlivý výkon			X	----			
účinník			X	----			
sektor účinníku(1=induktivní, 2=kapacitní)			X	----			
kmítočet			X	----			
Znac_činný výkon			X	----			
Znac_jalový výkon			X	----			
Klad_činná Energy			X	----			
Klad_jalová Energy			X	----			
Záp_činná Energy			X	----			
Záp_jalová Energy			X	----			
Velikost korekce teploty časového programu	Časový program	Časový program	X	----			
Režim časového programu			X	----			
Blokování okruhu			X	----			
Chod okruhu			X	----			
[STAT BYTE ARRAY device_xx[0..80]]	Schrack NA96 Analyzátor sítě RTC(2)	Analyzátor sítě Schrack NA96	----				
Adresa analyzátoru			X	X			
Napětí L1			X	----			
Napětí L2			X	----			
Napětí L3			X	----			
Proud L1			X	----			
Proud L2			X	----			

Tabulka 6.1 Výběr dat pro komunikaci

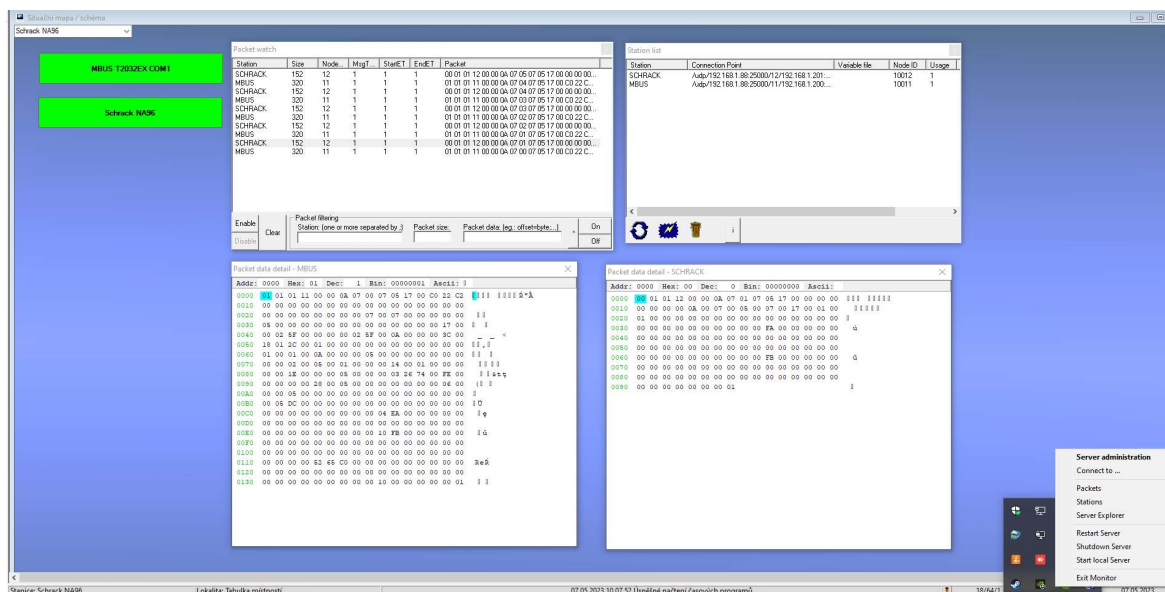
Na základě těchto dat se vytvoří komunikační soubor.

```

/*OBJECT=Schrack NA96 Analyzátor sítě RH(1)
*REGISTRACE=
*PROPERTY=Analyzátor sítě Schrack NA96-ID_007_02
11416001008|Blokování okruhu|blok_okruh_xx[#1="BLOK"#0="OK"]|03|Schrack NA96 Analyzátor sítě RH|ID_007_02|Analyzátor sítě Schrack NA96|||1|2|||
12000002011|Činný výkon|cinnnyVykonn_xx[FU41.kW|0000.0|kW]|03|Schrack NA96 Analyzátor sítě RH|ID_007_02|Analyzátor sítě Schrack NA96|||1|2|||
||0001255||STAT BYTE ARRAY device_xx[0..80]||000000||03|Schrack NA96 Analyzátor sítě RH|ID_007_02|Analyzátor sítě Schrack NA96|||2|2|||
11417001008|Chod okruhu|chod_okruh_xx[#1="CHOD"#0="STOP"]|STOP||03|Schrack NA96 Analyzátor sítě RH|ID_007_02|Analyzátor sítě Schrack NA96|||1|2|||
11800002011|Jalový výkon|jalovyVykonn_xx[FU41.kVA|0000.0|kVA]|03|Schrack NA96 Analyzátor sítě RH|ID_007_02|Analyzátor sítě Schrack NA96|||1|2|||
13000004013|Klad_činná Energy|klad_cinnaEnergy_xx[FU80.kWh|00000000|kWh]|03|Schrack NA96 Analyzátor sítě RH|ID_007_02|Analyzátor sítě Schrack NA96|||1|2|||
13100004013|Klad_jalová Energy|klad_jalovaEnergy_xx[FU80.kVAh|00000000|kVAh]|03|Schrack NA96 Analyzátor sítě RH|ID_007_02|Analyzátor sítě Schrack NA96|||1|2|||
12200002011|Kmitočet|kmitocet_xx[FU21.Hz|00.0|Hz]|03|Schrack NA96 Analyzátor sítě RH|ID_007_02|Analyzátor sítě Schrack NA96|||1|2|||
13200002011|Napětí L1|napetiL1_xx[FU31.V|000.0|V]|03|Schrack NA96 Analyzátor sítě RH|ID_007_02|Analyzátor sítě Schrack NA96|||1|2|||
12700002011|Napětí L1/L2|napetiL1L2_xx[FU31.V|000.0|V]|03|Schrack NA96 Analyzátor sítě RH|ID_007_02|Analyzátor sítě Schrack NA96|||1|2|||
12800002011|Napětí L2|napetiL2_xx[FU31.V|000.0|V]|03|Schrack NA96 Analyzátor sítě RH|ID_007_02|Analyzátor sítě Schrack NA96|||1|2|||
13000002011|Napětí L2/L3|napetiL2L3_xx[FU31.V|000.0|V]|03|Schrack NA96 Analyzátor sítě RH|ID_007_02|Analyzátor sítě Schrack NA96|||1|2|||
13100002011|Napětí L3|napetiL3_xx[FU31.V|000.0|V]|03|Schrack NA96 Analyzátor sítě RH|ID_007_02|Analyzátor sítě Schrack NA96|||1|2|||
12500002011|Napětí L3/L1|napetiL3L1_xx[FU31.V|000.0|V]|03|Schrack NA96 Analyzátor sítě RH|ID_007_02|Analyzátor sítě Schrack NA96|||1|2|||
12600002011|Proud L1|proudiL1_xx[FU32.A|000.00|A]|03|Schrack NA96 Analyzátor sítě RH|ID_007_02|Analyzátor sítě Schrack NA96|||1|2|||
13300002011|Proud L2|proudiL2_xx[FU32.A|000.00|A]|03|Schrack NA96 Analyzátor sítě RH|ID_007_02|Analyzátor sítě Schrack NA96|||1|2|||
13500002011|Proud L3|proudiL3_xx[FU32.A|000.00|A]|03|Schrack NA96 Analyzátor sítě RH|ID_007_02|Analyzátor sítě Schrack NA96|||1|2|||
13400002011|Proud N|proudiN_xx[FU32.A|000.00|A]|03|Schrack NA96 Analyzátor sítě RH|ID_007_02|Analyzátor sítě Schrack NA96|||1|2|||
12900002011|Adresa analyzátoru|S_ar_node_xx||00000||03|Schrack NA96 Analyzátor sítě RH|ID_007_02|Analyzátor sítě Schrack NA96|||1|8|0|1|1|||
12400002011|sektor účinníku(1=induktivní, 2=kapacitní)|sektorUcin_xx[#1="KAP"#2="IND"#0="XXX"]|XXX||03|Schrack NA96 Analyzátor sítě RH|ID_007_02|Analyzátor sítě Schrack NA96|||1|
12100002011|účinník|ucinnik_xx[FU12.0.00||03|Schrack NA96 Analyzátor sítě RH|ID_007_02|Analyzátor sítě Schrack NA96|||1|2|||
13300004013|Záp_činná Energy|zap_cinnaEnergy_xx[FU80.kWh|00000000|kWh]|03|Schrack NA96 Analyzátor sítě RH|ID_007_02|Analyzátor sítě Schrack NA96|||1|2|||
13200004013|Záp_jalová Energy|zap_jalovaEnergy_xx[FU80.kVAh|00000000|kVAh]|03|Schrack NA96 Analyzátor sítě RH|ID_007_02|Analyzátor sítě Schrack NA96|||1|2|||
11900002011|zdánlivý výkon|zdanlivyVykonn_xx[FU41.kVA|0000.0|kVA]|03|Schrack NA96 Analyzátor sítě RH|ID_007_02|Analyzátor sítě Schrack NA96|||1|2|||
12300002011|Znac_činný výkon|znac_cinnnyVykonn_xx[FU18.stav|0|stav]|03|Schrack NA96 Analyzátor sítě RH|ID_007_02|Analyzátor sítě Schrack NA96|||1|2|||
11700002011|Znac_jalový výkon|znac_jalovyVykonn_xx[FU18.stav|0|stav]|03|Schrack NA96 Analyzátor sítě RH|ID_007_02|Analyzátor sítě Schrack NA96|||1|2|||
*/ENDPROPERTY=Analyzátor sítě Schrack NA96

```

Obrázek 6.4 Ukázka komunikačního souboru programu SCHRACK



Obrázek 6.5 Propojení stanic do vizualizace TDS serverem

Data jsou přenášena do serveru TDS, což je program navržený pro komunikaci mezi stanicí TRONIC a vizualizačním programem VIZLEDA. Vždy je zpráva zahájena ethalonem (hlavičkou), která nese informaci o délce zprávy, času a identifikátoru stanice.

Nastavení parametrů stanice pro propojení je zapsáno v databázi v tabulce *changedata*.

MySQL Query Browser - root@localhost:3306 / ODECTV_db

File Edit View Query Script Tools Help

SELECT * FROM changedata c

Result 1

ID_STATION	ADRBUS	COMMTYP	TELNUMBER	SHORTNAME	LONGNAME	PATHFILE	TYP	LOKALITA	MAPX	MAPY
MBUS	17	ETH	Audp/132.168.1.88:25000/ADR/132.168.1.201:25000/A...	MBUS	MBUS	C:\ToneControl\5\mbus\...	1004	Otokovice	675	630
SCHACK	18	ETH	Audp/132.168.1.88:25000/ADR/132.168.1.201:25000/A...	SCHACK	SCHACK	C:\ToneControl\5\schack\...	1004	Otokovice	600	1770

Tabulka 6.2 Chagedata - nastavení komunikačních parametrů a popisu stanice

- ID_STATION název programu nahráného ve stanici.
- ADRBUS dekadicky zapsaná adresa stanice v TDS zobrazovaná hexadecimálně.
- COMMTYP typ komunikace ETHERNET.
- TELNUMBER IP adresy stanice a lokálního PC pro komunikaci UDP pakety.
- SHORTNAME popis názvu programu.
- LONGNAME popis názvu programu pro podrobnější popis.
- PATHFILE cesta uložení komunikačního souboru.
- TYP označení case výběru v kódu vizualizace pro adekvátní výběr obrazovky stanice.
- LOKALITA označení úvodní lokality pro dané stanice ve vizualizaci.
- MAPX, MAPY umístění horního pravého rohu zobrazované stanice v lokalitě.

6.2.2 Prezentace dat ve vizualizaci

6.2.2.1 Parametry stanice

Přímo na úvodní obrazovce lze zobrazit v parametrech řízení komunikovaná data. Aktualizace probíhá tak rychle, jak je nastavené vysílání stanice. Nemusí se nic tvořit, program tuto funkcionalitu má již definovanou. Tabulka parametrů je tvořena posloupností proměnných v komunikačním souboru.

MBUS T2032EX COM1				
Vyslat Parametry	Hromadné zadání	Zadání a povely	Všechny body	Servisní data
Uložit stávající hodnoty do .t	Udeslat uložené hodnoty z .bx			
Okruh	Vlastnost	Parametr	Hodnota	Zadání
MERIC1	Měřič MBUS připojený přes COM-T2032EX	(ER - in) chyba komunikace s měřidlem	OK	
		[LD_ErrorArr_xx]	0	
		[LD_Chylba1_xx]	000	
		[LD_Chylba1Arr_xx]	0	
		[LD_Chylba2_xx]	000	
		[LD_Chylba2Arr_xx]	0	
		(ER - mem) chyba komunikace s měřidlem	OK	
		dT Teplota média - vratná [°C]	0.0 °C	
		Energie [GJ]	0000000.005 GJ	
		Energie [kWh]	0000001.583 kWh	
		Energie [Ws]	035	
		Objem [m3]	0000000.000 m3	
		Proud [A]	000.0 A	
		Průtok [m3/h]	000.000 m3/h	
		Teplota média [°C]	0.0 °C	
		Teplota vratná [°C]	0.0 °C	
		Výkon [kW]	000.006 kW	
		Počet zbývajících záznamů měřičů k vyčtení	001	
		Probíhá cyklus sběru dat z měřičů	1	
		Adresa měřidla	00001	
		Nastavení timeout komunikace s měřičem v [min], po kterém se vyhlásí chyba komunikace s měřičem [S_ar_cnt_tout_mer_xx]	00005	
		Typ záznamu (pro IS TOTRON)	00010	
		Asynchronní start cyklu sběru dat z měřičů	0	
		Čítač timeout komunikace s měřičem v [min], po		

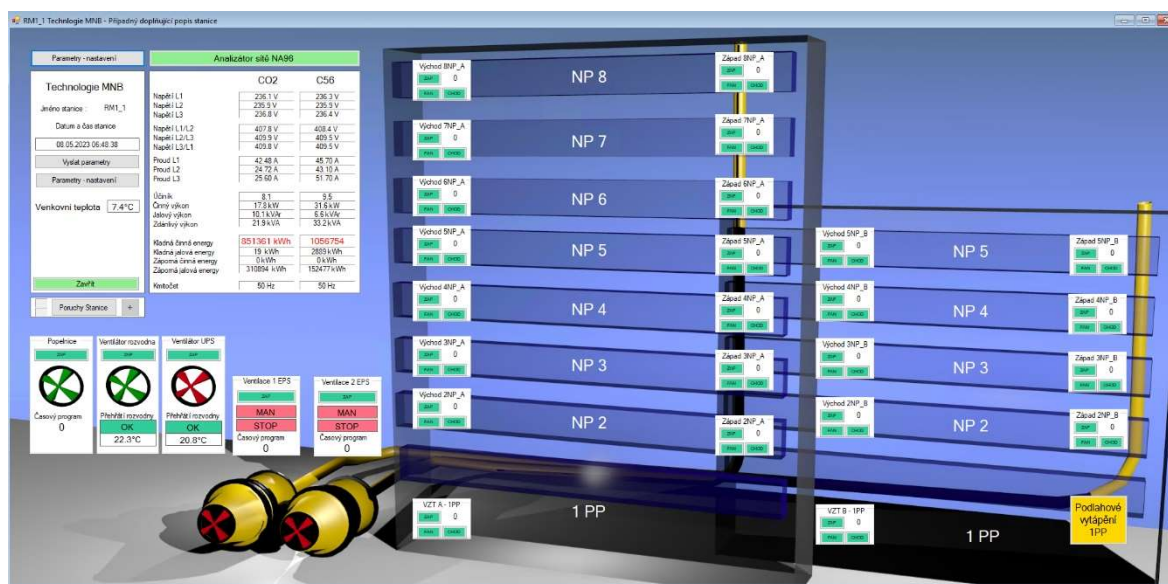
Tabulka 6.3 Komunikované veličiny programem Mbus

Schrack NA96				
Vyslat Parametry	Hromadné zadání	Zadání a povely	Všechny body	Servisní data
Uložit stávající hodnoty do .t	Udeslat uložené hodnoty z .txt			
Okruh	Vlastnost	Parametr	Hodnota	Zadání
RH100	Analýzátor sítě RH	činný výkon - RH	0018.5 kW	
		jalový výkon - RH	0011.0 kVAr	
		Klad_činná Energy - RH	00851358 kWh	
		Klad_jalová Energy - RH	00000019 kVAh	
		kmitočet - RH	49.9 Hz	
		Napětí L1 - RH	239.3 V	
		Napětí L1/L2 - RH	413.7 V	
		Napětí L2 - RH	238.9 V	
		Napětí L2/L3 - RH	415.3 V	
		Napětí L3 - RH	240.0 V	
		Napětí L3/L1 - RH	415.1 V	
		Proud L1 - RH	031.04 A	
		Proud L2 - RH	031.12 A	
		Proud L3 - RH	031.20 A	
		Proud N - RH	017.36 A	
		sektor účinniku - RH(1=induktivní, 2=kapacitní)	IND	
		účinník - RH	0.82	
		Záp_činná Energy - RH	00000000 kWh	
		Záp_jalová Energy - RH	00310892 kVAh	
		zdánlivý výkon - RH	0022.3 kVA	
		Znac_činný výkon - RH	0 stav	
		Znac_jalový výkon - RH	1 stav	
	Analýzátor sítě RTC	činný výkon - RTC	0025.5 kW	
		jalový výkon - RTC	0007.1 kVAr	
		Klad_činná Energy - RTC	01056750 kWh	

Tabulka 6.4 Komunikované veličiny programem Schrack

6.2.2.2 Technologická obrazovka

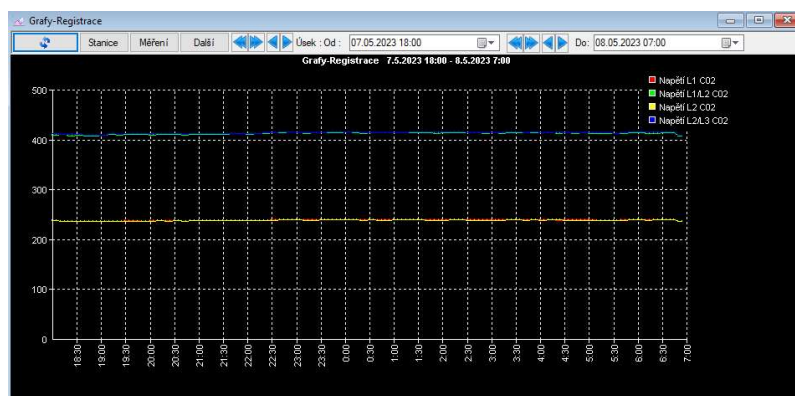
Pro uživatelské rozhraní a okamžitý náhled na technologii je vždy lepší vytvořit individuální obrazovku s požadovanými parametry k zobrazení. Mapa obrazovky je vytvořena pomocí 3D modelovacího programu BLENDER. Rozmístění dat je vždy individuální prací programátora a propojení ze serveru TDS do zobrazení jednotlivých polí probíhá pomocí tagů. Data mohou být jakákoliv, jestliže jejich proměnné jsou zapsány ve V_xx sekci a jsou součástí komunikačního protokolu.



Obrázek 6.6 Technologická obrazovka s daty analyzátoru sítě

6.2.2.3 Grafy – registrace

Zobrazení grafů je součástí vizualizačního programu. Vybírají se zapisovaná data z databáze pro určitý čas. Zápis probíhá tak, jak nastaví programátor, nejčastěji však každou minutu s tím, že data jsou uchovávána 4 roky a pak se postupně odmazávají. Záloha databáze probíhá automaticky každý týden.



Obrázek 6.7 Registrace fází z analyzátoru sítě sazby C02

6.2.2.4 Tabulkové rozhraní s možností csv souboru

Registrované hodnoty v systémovém souboru REGISTR.TXT mohou být také zobrazeny v přehledné tabulce pro velmi jednoduchou práci například s hlavními energiemi. Data jsou registrována do databáze příslušné vizualizace a pak vyvolána My_SQL příkazy. Programátor může data skládat do tzv sestav, aby měl uživatel práce co nejjednodušší. Systémová obrazovka pro výběr hodnot z databáze je součástí jádra programu VIZLEDA.

Zápis do tabulky Registr.txt

```
janalizátor sítě sazbaC56
0704=RMI_1.RH100.cinnyVykOn_RTC[1]Zinný výkon C56|činný výkon C56|10|0|0|kWh|0
0705=RMI_1.RH100.jalovyVykOn_RTC[1]jalový výkon C56|jalový výkon C56|10|0|0|kVAr|0
0706=RMI_1.RH100.klad_cinnaEnergy_RTC[1]Klad_činná Energy C56|Klad_činná Energy C56|10|0|0|kWh|0
0707=RMI_1.RH100.klad_jalovaEnergy_RTC[1]Klad_jalová Energy C56|Klad_jalová Energy C56|10|0|0|kVArh|0
0708=RMI_1.RH100.kmitocet_RTC[1]kmitočet C56|kmitočet C56|10|0|0|Hz|0
0709=RMI_1.RH100.napetil1_RTC[1]Napětí L1 C56|Napětí L1 C56|10|0|0|V|0
0710=RMI_1.RH100.napetil1L2_RTC[1]Napětí L1/L2 C56|Napětí L1/L2 C56|10|0|0|V|0
0711=RMI_1.RH100.napetil2_RTC[1]Napětí L2 C56|Napětí L2 C56|10|0|0|V|0
0712=RMI_1.RH100.napetil2L3_RTC[1]Napětí L2/L3 C56|Napětí L2/L3 C56|10|0|0|V|0
0713=RMI_1.RH100.napetil3_RTC[1]Napětí L3 C56|Napětí L3 C56|10|0|0|V|0
0714=RMI_1.RH100.napetil3L1_RTC[1]Napětí L3/L1 C56|Napětí L3/L1 C56|10|0|0|V|0
0715=RMI_1.RH100.proudL1_RTC[1]Proud L1 C56|Proud L1 C56|10|0|0|A|0
0716=RMI_1.RH100.proudL2_RTC[1]Proud L2 C56|Proud L2 C56|10|0|0|A|0
0717=RMI_1.RH100.proudL3_RTC[1]Proud L3 C56|Proud L3 C56|10|0|0|A|0
0718=RMI_1.RH100.proudLk_RTC[1]Proud N C56|Proud N C56|10|0|0|A|0
0719=RMI_1.RH100.sektorUcin_RTC[1]sektor účinku C56(1-induktivní, 2-kapacitní)|sektor účinku C56(1-induktivní, 2-kapacitní)|10|0|0|0
0720=RMI_1.RH100.ucinik_RTC[1]účinek C56|účinek C56|10|0|0|0
0721=RMI_1.RH100.zap_cinnaEnergy_RTC[1]Záp_činná Energy C56|Záp_činná Energy C56|10|0|0|kWh|0
0722=RMI_1.RH100.zap_jalovaEnergy_RTC[1]Záp_jalová Energy C56|Záp_jalová Energy C56|10|0|0|kVArh|0
0723=RMI_1.RH100.zdanlivyVykOn_RTC[1]Zdanlivý výkon C56|Zdanlivý výkon C56|10|0|0|kVA|0
0724=RMI_1.RH100.znac_cinnyVykOn_RTC[1]Znac_činný výkon C56|Znac_činný výkon C56|10|0|0|stav|0
0725=RMI_1.RH100.znac_jalovyVykOn_RTC[1]Znac_jalový výkon C56|Znac_jalový výkon C56|10|0|0|stav|0
```

Tabulka s daty měřičů

Odečty a spotřeby energie

Analizátor sítě NA96 hlavní energie sazby C56 [kWh]

08.05.2023 07:30

Název měření	Hodnota
jalový výkon C56	7.8kVA
Klad_činná Energy C56	1056777.0kWh
Klad_jalová Energy C56	2889.0kVArh
Záp_činná Energy C56	0.0kWh
Záp_jalová Energy C56	152481.0kVArh
zdanlivý výkon C56	32.8kVA
Znac_činný výkon C56	0.0stav
Znac_jalový výkon C56	1.0stav

08.05.2023 07:30

☒ Zobrazit odečet měřičů ☐ Zobrazit spotřebu v období

Zobrazit odečet/spotřebu měřičů: 900 Tolerance výpočtu v [min]:

Tisk odečtů/spotřeby měřičů Export do souboru CSV formátu

Vybírejte sestavu zobrazení měřičů

Analizátor sítě NA96 hlavní energie sazby C56 [kWh]

Parametry nastavení

Oddělovač sloupců v CSV souboru

☒ čárka ☐ středník

Csv soubor s daty měřičů

A1	A	B	C	D
1	Analizátor sítě NA96 hlavní energie sazby C56 [kWh], 08.05.2023 07:30			
2	,			
3	jalový výkon C56,7.8kVA			
4	Klad_činná Energy C56,1056777.0kWh			
5	Klad_jalová Energy C56,2889.0kVArh			
6	Záp_činná Energy C56,0.0kWh			
7	Záp_jalová Energy C56,152481.0kVArh			
8	zdanlivý výkon C56,32.8kVA			
9	Znac_činný výkon C56,0.0stav			
10	Znac_jalový výkon C56,1.0stav			
11				

Obrázek 6.8 Příprava a zobrazení dat z měřičů

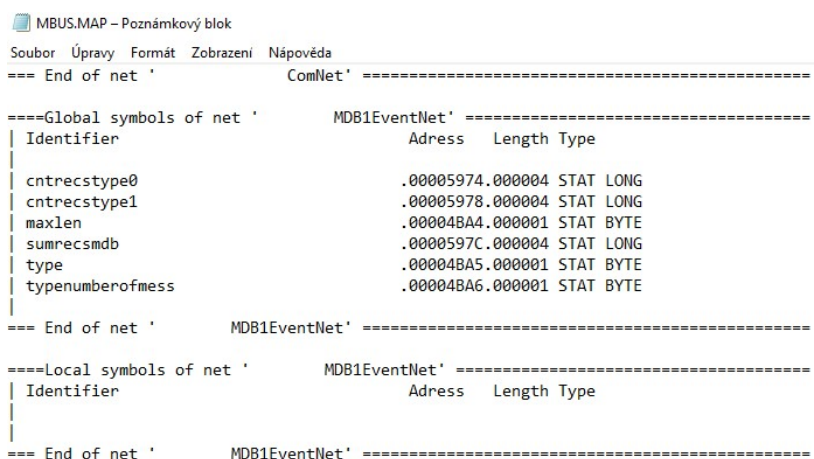
6.3 VIZWEB

Vizualizační rozhraní navržené Ing. Vojtěchem Mrázem se nazývá VizWEB. Jedná se o serverovou aplikaci, která poskytuje REST API rozhraní. Je to propojení řídicích stanic systémem TWCS na webové rozhraní běžícím na serveru firmy Tronic Control. IP adresa serveru je 178.17.2.164 nebo lze využít přístup odkazem do webového rozhraní url adresou www.vizleda.com. Návrh jednotlivých aplikací se provádí v programu VizWEB Designer, kde každý z programátorů firmy má dohled nad svými aplikacemi. Hlavním benefitem pro uživatele aplikací je, že je má dostupné odkudkoliv, kde je internetové připojení a nemusí být připojen v lokální síti. Data jsou chráněná přístupovými údaji a právy uživatelů. Technologie, kontrola dat nebo výčet energií mohou být zobrazovány v reálném čase na jakémkoliv zařízení s webovým prohlížečem.

6.3.1 Komunikační nastavení pro zobrazování dat

Pro webové rozhraní se netvoří manuálně žádný zdrojový kód, systém je navržen tak, že i technik bez programovacích dovedností dokáže zobrazovat data. Supervizor pro tvůrce aplikace vyčlení příslušné ID, které je pak používáno jako etalon při tvorbě aplikace.

Jako v předchozím příkladu se ke komunikaci využívá COM soubor a také MAP soubor. Oba jsou generovány překladačem automaticky při překladu programu do stanice.



```

MBUS.MAP - Poznámkový blok
Soubor  Úpravy  Formát  Zobrazení  Nápověda
=== End of net '      ComNet' =====

====Global symbols of net '      MDB1EventNet' =====
| Identifier                Adress   Length Type
| cntrecstype0              .00005974.000004 STAT LONG
| cntrecstype1              .00005978.000004 STAT LONG
| maxlen                    .00004BA4.000001 STAT BYTE
| sumrecsmdb                .0000597C.000004 STAT LONG
| type                      .00004BA5.000001 STAT BYTE
| typenumberofmess         .00004BA6.000001 STAT BYTE
|
=== End of net '      MDB1EventNet' =====

====Local symbols of net '      MDB1EventNet' =====
| Identifier                Adress   Length Type
|
|
=== End of net '      MDB1EventNet' =====

```

Obrázek 6.9 Ukázka map souboru z programu M-Bus

Data jsou přenášena do serveru TWCS. Jedná se o program navržený pro komunikaci mezi stanicemi TRONIC a vizualizačním programem VizWEB.

Jestliže použijeme pro vysílání dat ze stanice více jak jeden server a chceme vysílat do program VizWEB, je nutné doplnit do programu INE soubor, který obsahuje následující kód.

```
/* SCHRACK.INE */
/* Komunikace TWCS - pridání druhého ethernetu pro vysílání ze stanice */

BEGIN vars_ine(perc, , ,);
{
  83 > VysDataBY1[5]; /* Horní byte ID FIXP */
  0 > VysDataBY1[6]; /* Dolní byte ID FIXP */

  VysDataBY1[1], DEL_V1, 1 > ETHSND;
}
END
```

Na pátém bytu proměnné VysDataBY1 se zadá komunikační ID přidělené supervizorem pro příslušnou stanici. První byte této proměnné určuje, na kolik IP adres se bude vysílat a kde končí zpráva. Počítá se od 0, tudíž hodnota jedna znamená zaslání zpráv na dvě IP adresy, které jsou nastavené ve stanici pomocí EXSetu.

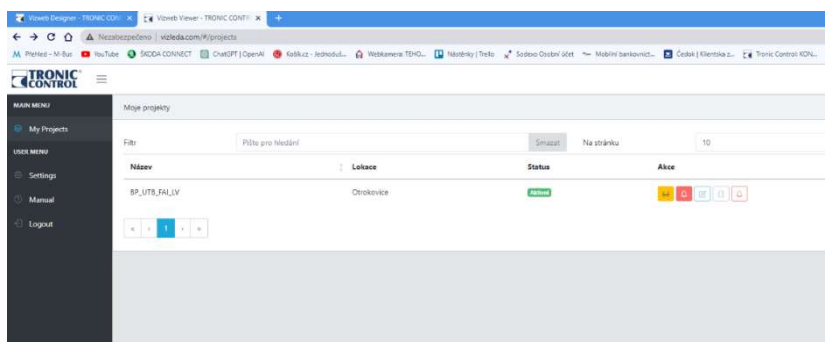
6.3.2 Prezentace dat VIZWEB

6.3.2.1 Parametry stanice

Celá tvorba prezentace dat probíhá konfigurovatelným programem na webové stránce: <http://designer.vizleda.com/#/project/edit/77>.

Přidává se zde stanice její nastavení i komunikační soubory. Následuje pak vytvoření uživatele a jeho hesla. Zobrazování zkušebního a ladícího projektu probíhá na webu: <http://vizleda.com/#/login>

Uživatelské jméno je: UTB , Heslo: UTB



Obrázek 6.10 Úvodní obrazovka projektu

Piktogramy slouží k přepínání mezi obrazovkami pro zobrazování dat stanice.



Obrázek 6.11 Piktogramy pro přepínání obrazovek

Významy piktogramů:

- Brýle – otevření projektu
- Červený zvoneček – aktuální poruchy
- Papír s tužkou – Události (okamžité stavy v grafech)
- Blok – Registrace (data zobrazená grafy s historií)
- Bílý zvoneček – poruchy v záznamu

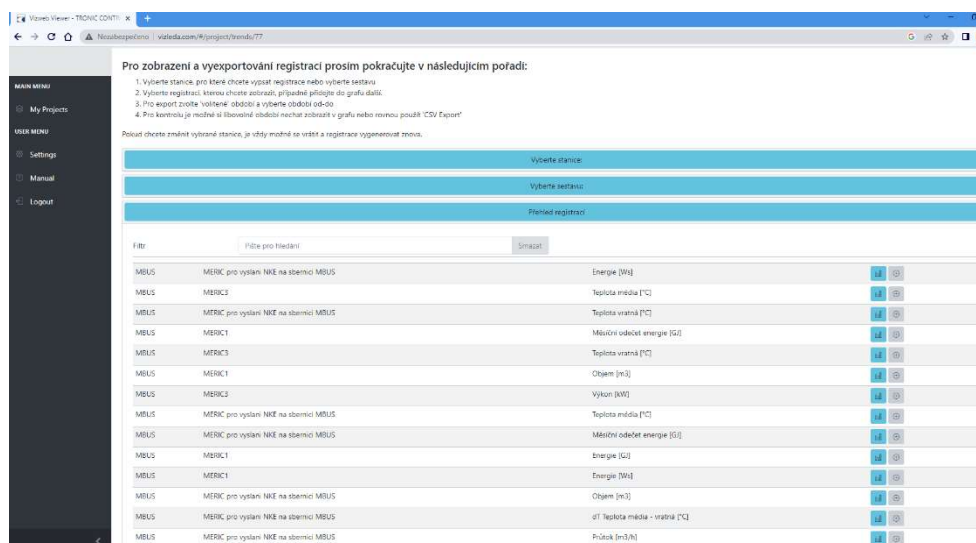
Registrace hodnot, vytváření databáze a tvorba seznamů proměnných probíhá automaticky při tvorbě projektu z dat uvedených v COM a MAP souborech. Po zapnutí projektu lze v parametrech stanice odečítat veškeré komunikované hodnoty. Lze také vytvářet technologické obrazovky pomocí programu VisualDesigner, který vygeneruje program v jazyce JSON (JavaScript Object Notation). Při zpracování číslcových dat jako jsou například odečty z měřidel je tato možnost zbytečná.

MBUS T2032EX COM1	
MAIN MENU	
USER MENU	
Připojeno Zastavit komunikaci Připojit se	
Hlavní stránka Záznamy Obrazovky	
<div>INOUT</div> <div>COM</div> <div>TRM</div> <div>MERIC1</div>	
<div> <div>00000</div> <div>Časť timeout komunikace s měřidlem v [min], po kterém se vyhlásí chyba komunikace s měřidlem [A_ar_cont_tout_mer_xn]</div> </div>	
<div> <div>0000000.000 GJ</div> <div>Měsíční odečet energie [GJ]</div> </div>	
<div> <div>00000</div> <div>Počet nerychlených zápisů na RAM disk</div> </div>	
<div> <div>OK</div> <div>[BR - in] chyba komunikace s měřidlem</div> </div>	
<div> <div>0</div> <div>[LD_Chylba1_xn]</div> </div>	
<div> <div>000</div> <div>[LD_Chylba1_xn]</div> </div>	
<div> <div>0</div> <div>[LD_Chylba1Arr_xn]</div> </div>	
<div> <div>000</div> <div>[LD_Chylba2_xn]</div> </div>	
<div> <div>0</div> <div>[LD_Chylba2Arr_xn]</div> </div>	
<div> <div>OK</div> <div>[BR - mern] chyba komunikace s měřidlem</div> </div>	
<div> <div>0.0 °C</div> <div>dT Teplota média - vratná [°C]</div> </div>	
<div> <div>0000000.000 GJ</div> <div>Energie [GJ]</div> </div>	
<div> <div>0000001.777 kWh</div> <div>Energie [kWh]</div> </div>	
<div> <div>6.40E+06</div> <div>Energie [W]</div> </div>	
<div> <div>0000000.000 m3</div> <div>Objem [m3]</div> </div>	
<div> <div>000.0 A</div> <div>Prúd [A]</div> </div>	

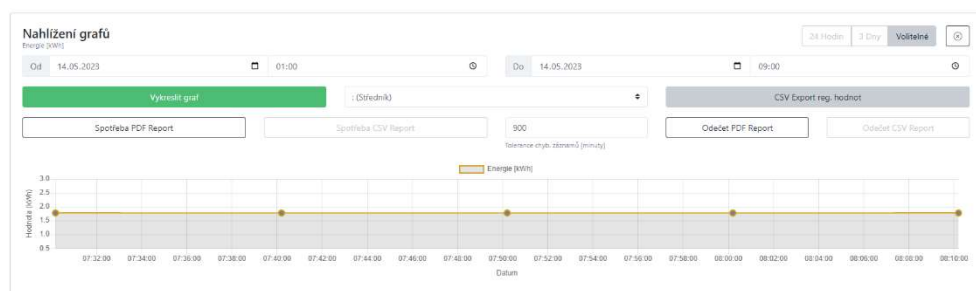
Obrázek 6.12 Zobrazení dat z instance MERIC1

6.3.2.2 Grafy - registrace

Pro uživatele je zobrazení dat pomocí grafů tou nejkomfortnější možností. Trendy a záznamy se zapisují do databáze serveru firmy Tronic Control. Registrované hodnoty lze vyvolat v různých časových úsecích s možností uložení do csv souboru. Po zapnutí obrazovky piktogramem (blok) uživatel vybere příslušnou stanici z projektu a vytvoří sestavu zobrazovaných dat. Má zde jednoduchý návod, jak data zpracovávat³¹.



Obrázek 6.13 Výběr dat ze stanice



Obrázek 6.14 Grafické zobrazení hlavní energie instance MERIC1

³¹ [online]. [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/86595/F8-DP-2020-Mraz-Vojtech-thesis.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>

7 NASAZENÍ PROGRAMU MBUS A SCHRACK

7.1 HW konfigurace a nastavení zařízení

7.1.1 HW konfigurace

Příprava stanice pro jednotlivá komunikační rozhraní:

- Kontrola správného článku v komunikačním portu COM1.
- M-Bus článek RS232 s připojeným převodníkem.
- Modbus článek RS485 napřímo (zakončený, částečně zakončený).
- Elektrické zapojení a hodnoty na voltmetru musí ukazovat správná potenciální napětí pro komunikaci, kterou budeme na sběrnici provozovat.
- Proměřením napětí a také odhalíme případný zkrat.
- U převodníku IMP5001 je také vizuální indikátor zkratu.



Obrázek 7.1 Zapojení komunikačního článku v COM1



Obrázek 7.2 Převodník indikující zkrat



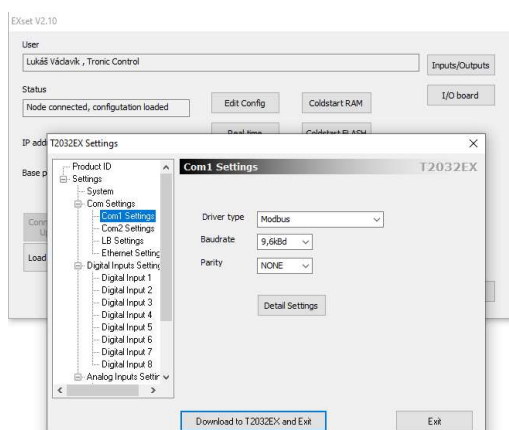
Obrázek 7.3 Korektně probíhající komunikace

7.1.2 Nastavení stanice T2032EX

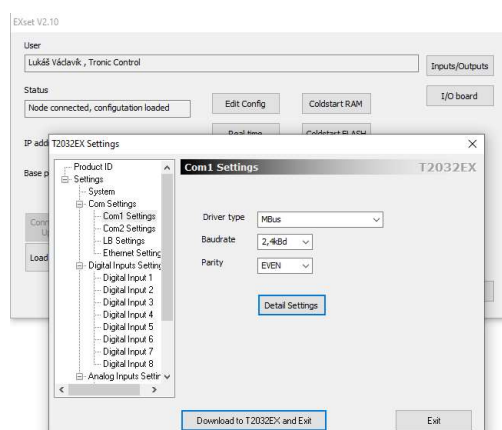
Pro nastavování stanice T2032EX nám slouží program ExSet. Nastavení může být zadáno i manuálně na terminálu pomocí tlačítek.

Parametry, které nejčastěji nastavujeme:

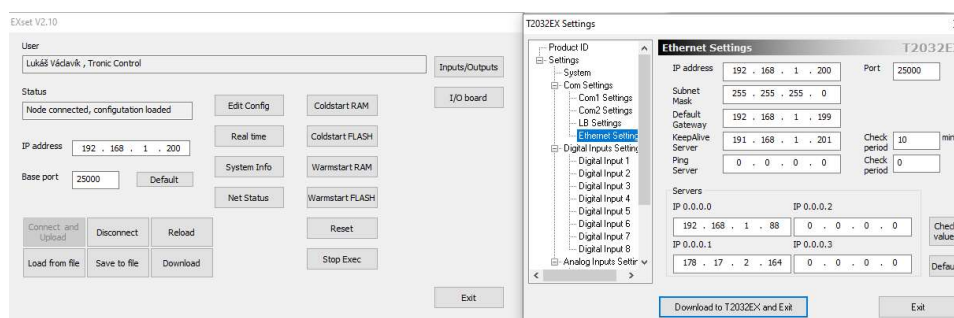
- Nastavení komunikačních protokolů.
- Rychlost, na které probíhá spojení.
- Parita.
- Ethernetové spojení pro příjem a vysílání dat do vizualizace na lokálním PC a serveru TRONIC.



Obrázek 7.4 Parametry Modbus



Obrázek 7.5 Parametry Mbus



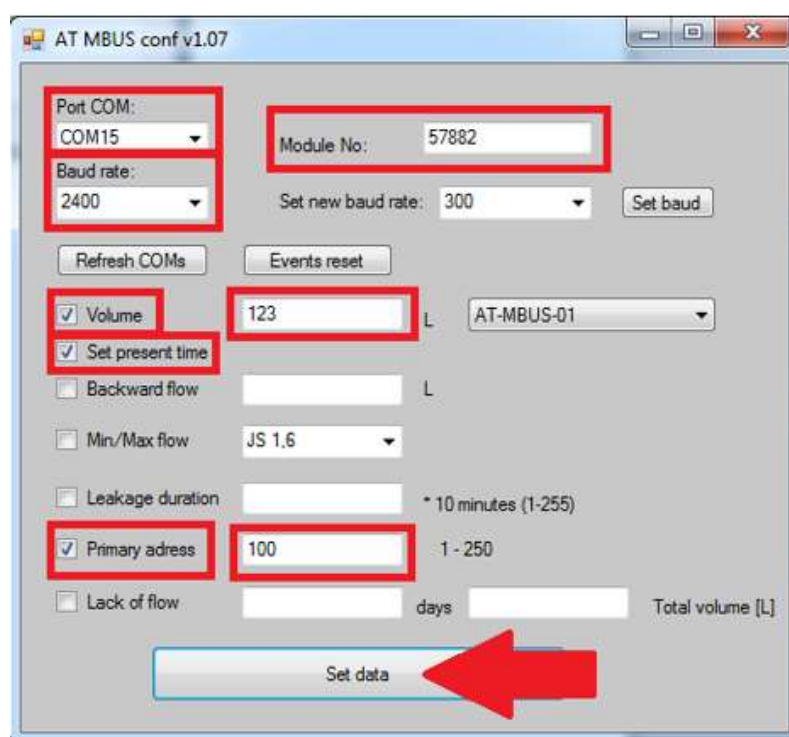
Obrázek 7.6 Parametry ethernetového kanálu



Obrázek 7.7 Parametry v konfiguračním menu

7.1.3 Nastavení zařízení na sběrnici

Nastavení zařízení, se kterým chceme komunikovat, musí odpovídat stejným parametrům jaké jsou definovány ve stanici T2032EX. Komunikační parametry v připojených zařízení musí být totožné. Ty lze konfigurovat dvojím způsobem. Zařízení s terminálem má možnost manuálního nastavení parametrů bez externího softwaru. Není-li na zařízení terminál k dispozici, využijeme program dodávaný výrobcem. U zařízení NA96 analyzátor sítě byl využit terminál pro manuální zadání parametrů³². Pro nastavení testovacího elektroměru byl použit stejný způsob³³. Vodoměry tuto možnost nemají a nastavení bylo provedeno pomocí dodávaného sw výrobcem AT MBUS.³⁴



Obrázek 7.8 Parametry nastavení pro převodníky AT-MBUS-01

³² [online]. [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: https://www.schrack.cz/fileadmin/f/cz/Bilder/Ke_stazeni/Navody/Analyzatory/Manual_NA96_NA96HD__2021.pdf

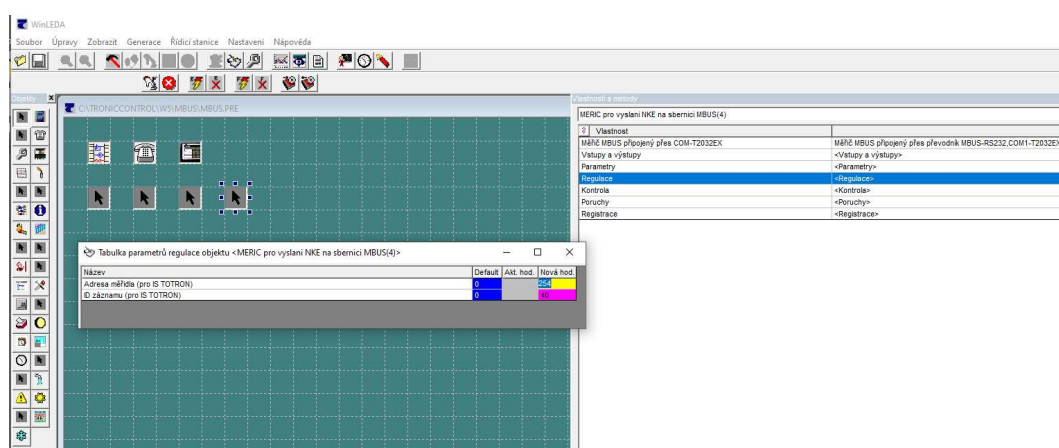
³³ [online]. [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.enika.cz/data/files/produkty/energy%20m/ELMac1F/EM1111%20n%C3%A1vod%20CZ.pdf>

³⁴ 57236-navod-na-nastaveni-at-mbus-01_114_248.vnd.openxmlformats-officedocument.wordprocessingml (1) [online]. In: [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.enbra.cz/m-bus-modul-pro-vodomery-er-am-apt-mbus-na-1-c>

7.2 SW konfigurace programů MBUS a SCHRACK

7.2.1 Program MBUS

Pro technika nasazující program do stanice je zásadním parametrem adresace a počet relací posílaných přístrojem. Počet přístrojů, které chceme odečítat, je realizován správným počtem instancí objektu do programu ve stanici. Základní parametry měření jsou definovány pro měřiče elektřiny, vody a tepla. Dekódují se automaticky z 44bytového pole, které nám zprostředkovává FW stanice. Úkolem technika je dobře nastavit adresy těchto zařízení a určit správný ident. Program je univerzální pro zařízení, jejichž výrobce dodržuje normu M-Bus. V programu je vždy nutné zachovat na posledním místě instanci s nastaveným parametrem adresy 254, která zajišťuje vysílání NKE, pro inicializaci přístrojů. Viz bod 2.1.2.6. Po dodržení podmínek a nahrání programu do stanice může uživatel sběrnici M-Bus vyčítat.

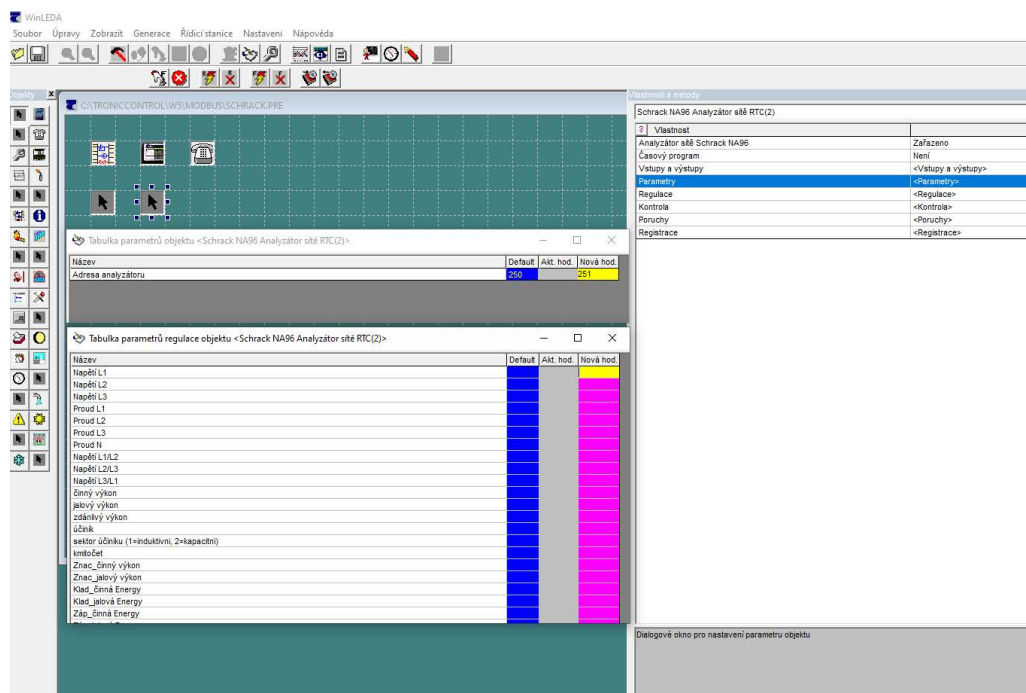


Obrázek 7.9 Instance s adresou 254

7.2.2 Program SCHRACK

Program Schrack je prioritně určen pro čtení dat z analyzátoru sítě NA96. U protokolu Modbus neexistuje jedno řešení pro různá zařízení. Program v základu dokáže vyčítat hodnoty ze dvou připojených zařízení. Technik může konfigurovanou sestavu bez problémů používat. Pro přidání dalších analyzátorů nestačí pouze doplnit instance do hlavního těla programu, ale také je potřeba doplnit komunikační stroj o další vyčítané relace adresovaných přístrojů. Viz bod 5.2.2.2.

Pro dvě zařízení je program plně připraven k používání. Po dodržení všech předem vyjmenovaných nastavením jej lze opakovatelně využívat. Konfigurace adresy vyčítaných přístrojů je nastavitelná v tabulce parametry u příslušné instance. V softwaru nahaném ve stanici je také připravena tabulka regulace, která zobrazuje základní hodnoty měřených veličin se správným převodem.



Obrázek 7.10 Parametry instance pro analyzátor sítě NA 96

7.3 Postup pro prezentaci dat ve VIZLEDĚ A VIZWEBU

7.3.1 Popis úprav programu Vizleda k zobrazení dat

Vizualizační nástroj pro zobrazování dat ze stanice T2032EX má pravidla pro instalaci. Kostra programu je pevně daná včetně systému umožňujícím práci s daty. Nestačí ale pouze daný program do lokálního počítače nakopírovat, ale také je potřeba dodržet určitý postup, aby celá vizualizace fungovala tak, jak má. Postup je vytvořen na základě zkušeností s instalováním programu VIZLEDA64.

PC musí obsahovat:

- MS Net Framework 4.0 či vyšší, může být i MS Net Framework 4.0 Multi Target Pack pro servery.
- Nakopírovat do \SYSWOW64 knihovnu func.dll
nakopírovat do \SYSWOW64 obsah složky VBControls a VBControls-2 a spustit jako administrator .BAT dávky pro zaregistrování a náhrání licence.
- Nainstalovat SAP CrystalReport (CRforVS_13_0_7.exe) - neinstalovat 64bit verzi.
- Nainstalovat cSxGraph.exe.
- Kopírovat do pracovního adresáře (\WINLEDA\WORK\název zakázky\)
nakopírujte obsah nakopírujte obsah složek "TOTRON Library" a "VIZLEDA Library" doplňte .EXE program a všechny konfigurace - CONFIG.INI, DDESRVR.INI, REGISTR.TXT, ALARM.TXT, UDALOSTI.TXT a TIGR.TXT.
- Konfigurace výše uvedených souborů podle názvu databáze.
- V souboru registrace správně popsat měřiče tak jak je vyžaduje uživatel.
- Instalace TDS serveru.
- Nastavení databáze pro příslušné stanice.

7.3.2 Popis úprav pro program VIZWEB k zobrazení dat

Vizualizační nástroj VizWEB je velmi konfiguračně přívětivý. Není nutné se nijak zabírat skladbou jednotlivých programů pro jeho funkčnost. Vše se tvoří autonomně, kde technik pouze konfiguruje parametry uživatele a komunikovaná data. Je jen nutné dodržet ustálený postup pro přidávání stanice do tohoto systému. Ten obnáší doplnění programu o kód s vysíláním a dodržení správné hodnoty přidělené ID stanice. Nejsou zde potřeba žádné konfigurační nástroje nebo změny pro instalaci.

ZÁVĚR

Úspěšně se podařilo vytvořit programy pro stanici T2032EX umožňující dálkový odečet zařízení, které komunikují pomocí protokolů Mbus a Modbus. Celý systém je rozložen do tří úrovní navazujících na sebe. Vnitřní firmware stanice je prvním stupněm. Funkce, které poskytuje, pak ve druhém stupni programy Mbus a Schrack využívají, interpretují a dekodují. Třetí stupeň je zobrazení hodnot ve vizualizačních prostředích s ukládáním dat do databáze.

Program Mbus se povedlo dovést do formy jednoduchosti a čitelnosti pro techniky, kteří mohou daný software přizpůsobit požadavkům podobných projektů, aniž by museli cokoli programovat. Vše lze pouhým nastavováním a upravováním programu použít v mnoha variantách pro sběr dat z měřičů, které umí komunikovat protokolem Mbus. Velkou výhodou této sběrnice je univerzálnost, jež byla využita i v tomto programu. Nemusíme znát ani k jakému druhu přístrojů přistupujeme. Program zvládne interpretovat veličiny měřičů zaměřených na elektřinu, vodu i teplo. Pomocí tohoto programu může být uživateli poskytováno celé spektrum hodnot, které měřicí přístroj vyčítá a následně zasílá v komunikaci Mbus ve všech relacích. Nemusíme se tedy spokojit jen s informací o hlavní veličině.

Program Schrack je připraven pro výčet dat ze dvou analyzátorů sítě NA96 Schrack komunikačním protokolem Modbus. Technik může tento program nahrát do programovatelné stanice, připojit k zařízením a okamžitě číst data, aniž by musel jakkoliv zasahovat do programu. Pro programátora lze velmi snadnou formou program rozšířit na více analyzátorů stejného typu. Protokol Modbus není univerzální. Pro jiná zařízení musí být vždy konkrétně upraven. Program je podrobně okomentován a lze jej použít jako výchozí inspiraci pro návrh dalších programů pro využívající komunikaci Modbus RTU.

Vizualizační a zobrazovací programy může uživatel brát jako inspiraci pro vlastní realizaci podobných zakázek. Je ukázáno, jaké možnosti pro zobrazení dat mohou technici a realizátoři projektů na stanicích T2032EX použít.

Oba programy byly úspěšně otestovány a nasazeny do ostrého provozu na konkrétní projekt dálkového odečtu měřičů administrativní budovy v Brně. Kontrolují nejen hlavní energie, ale také okamžité výkony a průtoky médií při provozu. V blízké budoucnosti programy budou využity na dalších podobných zakázkách pro systém dálkových odečtů.

Díky dalšímu vývoji a vzniku nových programovatelných stanic firmy Tronic Control bude probíhat nejen úprava programů, ale také se rozšíří jejich využití.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Elektronické zdroje:

- [1] [online]. [cit. 2023-04-30]. Dostupné z:
<https://sever.rozhlas.cz/pocatky-zavadeni-modernich-energii-do-ceskych-domacnosti-8898054>
- [2] [online]. [cit. 2023-04-26]. Dostupné z:
<https://studijni-svet.cz/plynometry-plynarenstvi/>
- [3] [online]. [cit. 2023-04-26]. Dostupné z: <https://publi.cz/books/177/03.html>
- [4] [online]. [cit. 2023-04-26]. Dostupné z:
https://www.enbra.cz/data/file/8/6308-vodomery-pomucka-k-projekcnim-podkladum_8_198.pdf
- [5] [online]. [cit. 2023-04-26]. Dostupné z:
<https://vytapani.tzb-info.cz/mereni-a-regulace/12467-merice-tepla-a-chladu>
- [6] [online]. [cit. 2023-04-26]. Dostupné z: <https://m-bus.com/overview>
- [7] [online]. [cit. 2023-04-26]. Dostupné z:
<http://home.zcu.cz/~ronesova/bastl/files/modbus.pdf>
- [8] [online]. [cit. 2023-04-26]. Dostupné z:
<https://www.techtarget.com/iotagenda/definition/Internet-of-Things-IoT>
- [9] [online]. [cit. 2023-04-26]. Dostupné z: <https://publi.cz/books/256/06.html>
- [10] [online]. [cit. 2023-04-26]. Dostupné z:
https://artemis.ms.mff.cuni.cz/main/tiki-download_file.php?fileId=47
- [11] [online]. [cit. 2023-05-17]. Dostupné z:
<https://m-bus.com/documentation-wired/04-physical-layer>
- [12] [online]. [cit. 2023-04-26]. Dostupné z: <https://m-bus.com/documentation>
- [13] VACHTA, Jiří. Implementace protokolu M-Bus [online]. Plzeň, 2012
[cit. 2023-04-26]. Dostupné z:
<https://theses.cz/id/oy6zap/>. Diplomová práce. Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta elektrotechnická. Vedoucí práce Doc. Dr. Ing. Vjačeslav Georgiev
- [14] [online]. [cit. 2023-04-27]. Dostupné z:
<https://diskuse.elektrika.cz/index.php/topic,37159.0.html>

- [15] [online]. [cit. 2023-04-27]. Dostupné z:
<http://home.zcu.cz/~ronesova/bastl/files/modbus.pdf>
- [16] [online]. [cit. 2023-04-27]. Dostupné z:
https://modbus.org/docs/Modbus_Application_Protocol_V1_1b3.pdf
- [17] [online]. [cit. 2023-05-15]. Dostupné z:
<https://circuitdigest.com/article/rs232-serial-communication-protocol-basics-specifications>
- [18] [online]. [cit. 2023-05-15]. Dostupné z:
https://cw.fel.cvut.cz/b221/_media/courses/b2m37mam/lectures/mam_2022-prednasky_13.pdf
- [19] [online]. [cit. 2023-04-30]. Dostupné z:
<http://www.tronic.cz/file/d51/T2032EX-UM-1.pdf>
- [20] [online]. [cit. 2023-04-30]. Dostupné z:
<https://www.svtechnics.cz/cs/sber-dat/imp-5001-inteligentni-prevodnik-rs232-mbus/>
- [21] [online]. [cit. 2023-04-30]. Dostupné z:
https://www.svtechnics.cz/fileadmin/Dokumenty/SVTech/Manualy/SVTechnics_I_MP5001_CZ.pdf
- [22] [online]. [cit. 2023-04-30]. Dostupné z: <https://www.enbra.cz/vodomer-enbra-er-am-dn20-q3-4-sv-mid>
- [23] [online]. [cit. 2023-04-30]. Dostupné z:
https://www.enbra.cz/data/file/5/57235-enbra-produktovy-list-er-am-prislusenstvi-10-2016-cz_113_248.pdf
- [24] [online]. [cit. 2023-04-30]. Dostupné z:
https://www.enika.cz/em111din-av81x-m1x_z22302/
- [25] [online]. [cit. 2023-04-30]. Dostupné z:
<https://www.enika.cz/data/files/produkty/eergy%20m/ELMac1F/EM111%20n%C3%A1vod%20CZ.pdf>
- [26] [online]. [cit. 2023-04-30]. Dostupné z:
<https://www.enika.cz/data/files/produkty/energy%20m/CP/EM100%20-%201-phase%20MBUS%20serial%20protocol%20rev.%204.0%20031214.pdf>

- [27] [online]. [cit. 2023-04-30]. Dostupné z:
https://image.schrackcdn.com/katalogseiten/k_mericipristroje08-20-21_cs.pdf
- [28] KLIMENT, Dušan. Příručka programátora: interní podklad pro jazyk LEDA. 1994.
- [29] [online]. [cit. 2023-05-08]. Dostupné z:
https://image.schrackcdn.com/montageanleitungen/b_mgf3900r_en.pdf
- [30] MRÁZ, Vít. WINLEDA příručka uživatele: vývojové prostředí WinLEDA a tvorba software pomocí objektového programování [online]. 12.2001. Praha [cit. 2023-05-07].
- [31] [online]. [cit. 2023-05-17]. Dostupné z:
<https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/86595/F8-DP-2020-Mraz-Vojtech-thesis.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>
- [32] [online]. [cit. 2023-05-15]. Dostupné z:
https://www.schrack.cz/fileadmin/f/cz/Bilder/Ke_stazeni/Navody/Analyzatory/Manual_NA96_NA96HD__2021.pdf
- [33] [online]. [cit. 2023-05-15]. Dostupné z:
<https://www.enika.cz/data/files/produkty/energy%20m/ELMac1F/EM111%20n%C3%A1vod%20CZ.pdf>
- [34] 57236-navod-na-nastaveni-at-mbus-01_114_248.vnd.openxmlformats-officedocument.wordprocessingml (1)
[online]. In: . [cit. 2023-05-15]. Dostupné z:
<https://www.enbra.cz/m-bus-modul-pro-vodomery-er-am-apt-mbus-na-1-c>

Tištěné zdroje:

- [35] RINALDI, John a Williman LYDON. *Modbus: The Everyman's Guide to Modbus*. Createspace Independent Publishing Platform, 2015. ISBN 1517764688.
- [36] HALVORSON, Michael. *Microsoft Visual Basic: Krok za krokem*. Praha: Albatros Media, 2015. ISBN 978-80-251-4412-1.
- [37] KLIMENT, Dušan. Příručka programátora: interní podklad pro jazyk LEDA. 1994.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

HW	Hardware
SW	Software
FW	Firmware
TCP	Transmission Control Protocol
RTU	Remote terminal unit
PLC	Power line communication
IoT	Internet of Things
MBAP	Modbus application Protocol
ADR	Adresa
CRC	Check sum
FTP	Foil shielded Twisted Pair
TDS	Tronic data server
TWCS	Tronic web control server

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1.1 Dálkový měřicí systém s úzkopásmovým PLC přenosem	17
Obrázek 2.1 Schéma sběrnice M-Bus	20
Obrázek 2.2 Topologie sběrnice M-Bus	20
Obrázek 2.3 Napěťové a proudové úrovně komunikace	21
Obrázek 2.4 Závislost počtu měřičů na průměru a délce vodiče	22
Obrázek 2.5 Komunikace při odeslání povelu SND-NKE	24
Obrázek 2.6 Čtení dat měřiče pomocí povelu REQ-UD2	24
Obrázek 2.7 Schéma elektrického rozhraní RS485	25
Obrázek 2.8 Plné zakončení sběrnice	26
Obrázek 2.9 Částečné zakončení sběrnice	26
Obrázek 2.10 Schématické znázornění topologie RS485	27
Obrázek 2.11 Rámec zprávy Modbusu TCP a RTU	27
Obrázek 2.12 Rozdělení na funkční kód a data ve zprávě	28
Obrázek 2.13 Zprávy jednotlivých služeb	29
Obrázek 2.14 Napěťové hodnoty sériové linky	30
Obrázek 2.15 Schéma zapojení sériové linky	30
Obrázek 2.16 Minimální zapojení konektorů	31
Obrázek 2.17 Plné zapojení konektorů	31
Obrázek 3.1 Programovatelná stanice T2032EX	32
Obrázek 3.2 Komunikační články pro stanici T2032EX	34
Obrázek 3.3 HW provedení převodníků IMP 5001	36
Obrázek 3.4 Vodoměry s převodníkem	37
Obrázek 3.5 Jednofázový elektroměr s rozhraním M-Bus	38
Obrázek 3.6 Analyzátor sítě NA 96	40
Obrázek 3.7 Zobrazení přídatných modulů včetně možnosti zapojení	40
Obrázek 4.1 Lokální a externí pracoviště pro vývoj programů Mbus a Schrack	43
Obrázek 4.2 Blokové schéma zapojení systému Mbus	44
Obrázek 4.3 Blokové schéma zapojení systémem Modbus	46
Obrázek 5.1 Grafické rozhraní WinLEDA s tabulkou regulace	48
Obrázek 5.2 44 Bytové pole se záznamem elektroměru	50
Obrázek 5.3 44 bytové pole se záznamy vodoměru	50
Obrázek 6.1 Návrh obrazovek pro terminál	62

Obrázek 6.2 Zobrazení hodnot a parametrů na terminálu	63
Obrázek 6.3 Nastavení parametrů komunikace do vizualizace	64
Obrázek 6.4 Ukázka komunikačního souboru programu SCHRACK	65
Obrázek 6.5 Propojení stanic do vizualizace TDS serverem.....	66
Obrázek 6.6 Technologická obrazovka s daty analyzátoru sítě.....	68
Obrázek 6.7 Registrace fází z analyzátoru sítě sazby C02	68
Obrázek 6.8 Příprava a zobrazení dat z měřičů	69
Obrázek 6.9 Ukázka map souboru z programu M-Bus	70
Obrázek 6.10 Úvodní obrazovka projektu.....	71
Obrázek 6.11 Piktogramy pro přepínání obrazovek	72
Obrázek 6.12 Zobrazení dat z instance MERIC1	72
Obrázek 6.13 Výběr dat ze stanice	73
Obrázek 6.14 Grafické zobrazení hlavní energie instance MERIC1	73
Obrázek 7.1 Zapojení komunikačního článku v COM1	74
Obrázek 7.2 Převodník indikující zkrat	74
Obrázek 7.3 Korektně probíhající komunikace	74
Obrázek 7.4 Parametry Modbus	75
Obrázek 7.5 Parametry MBus.....	75
Obrázek 7.6 Parametry ethernetového kanálu	75
Obrázek 7.7 Parametry v konfiguračním menu	75
Obrázek 7.8 Parametry nastavení pro převodníky AT-MBUS-01	76
Obrázek 7.9 Instance s adresou 254.....	77
Obrázek 7.10 Parametry instance pro analyzátor sítě NA 96	78

SEZNAM TABULEK

Tabulka 2.1 Závislost přenosové rychlosti na kapacitě vodiče.	22
Tabulka 2.2 Označení kódu, názvu a popisu služby	29
Tabulka 3.1 Základní parametry stanice a expanzních modulů.....	33
Tabulka 3.2 Využití a zapojení komunikačního kanálu COM1	35
Tabulka 3.3 Rámce v komunikaci s rozlišením dat, které poskytují	39
Tabulka 5.1 Parametry měřených veličin v programu WinLEDA - vodoměr.....	53
Tabulka 5.2 Parametry měřených veličin v programu WinLEDA - elektroměr	53
Tabulka 5.3 Adresace a typy registrů komunikačního protokolu část1	54
Tabulka 5.4 Adresace a typy registrů komunikačního protokolu část2.....	55
Tabulka 5.5 Grafické rozhraní pro změnu adresy.....	55
Tabulka 5.6 Grafické zobrazení hodnot vyčtených z analyzátoru sítě	61
Tabulka 6.1 Výběr dat pro komunikaci	65
Tabulka 6.2 Chagedata - nastavení komunikačních parametrů a popisu stanice.....	66
Tabulka 6.3 Komunikované veličiny programem Mbus	67
Tabulka 6.4 Komunikované veličiny programem Schrack	67

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 – CD se zdrojovými kódy

PŘÍLOHA P I: CD SE ZDROJOVÝMI KÓDY

- Readme.txt – stručný popis obsahu CD
- Fulltext.pdf – elektronická forma BP práce
- Mbus – adresář se zdrojovými kódy programu Mbus
- Modbus – adresář se zdrojovými kódy programu Schrack