

**Fakulta matematiky, fyziky a informatiky
Univerzity Komenského v Bratislave**

**Záverečná dokumentácia
Meracia aparatúra**

zimný semester 2015/2016

Dominik Kotvan

Marin Palka

Ján Pavlásek

Ladislav Wagner

Obsah

1.Úvod

2. Popis projektu

2.1. Rozsah projektu

2.2 Kontext projektu

2.2.1 Softvérové rozhrania

2.2.2 Hardvérové rozhrania

2.2.3 Požívateľské rozhrania

2.3 Funkčnosť systému

3. Špecifikácia požiadaviek

3.1 Slovník pojmov

3.2 Funkčné požiadavky

3.2.1 Nastavenie pred meraním

3.2.1.1 Mass Scan

3.2.1.2 Energy Scan

3.2.1.3 2DScan

3.2.2 Počas merania

3.2.3 Výstup merania

3.2.4 Ostatné nastavenia

3.2.5 Testovacie meranie

3.2.6 Export meraní a načítavanie

3.3 Požiadavky nezávislé na funkciách

3.3.1 Používateľské rozhrania

3.3.2 Systémové rozhrania

3.3.2.1 Zapojenie prístrojov

3.3.2.1-A A/D komunikácia

3.3.2.1-B RS232 komunikácie

3.3.4 Požiadavky na kompatibilitu a upgrade

3.4 Doplnujúce požiadavky

4. Analýza používateľov

5. Diagramy

5.1 Entitno relačný diagram

5.2 Use-case diagram

5.3 Stavový diagram 1

| | |
|------|---|
| 5.4 | <u>Stavový diagram 2</u> |
| 6 | <u>Poživatelské rozhranie</u> |
| 6.1 | <u>Štart a typy merania</u> |
| 6.2 | <u>Editovanie</u> |
| 6.3 | <u>Vykresľovanie</u> |
| 6.4 | <u>Ukladanie</u> |
| 7 | <u>Analýza technológií</u> |
| 7.1 | <u>Komunikácia z prístrojmi</u> |
| 8 | <u>Dekompozícia</u> |
| 8.1 | <u>Diagram komponentov</u> |
| 8.2 | <u>Popis komponentov</u> |
| 9 | <u>Dátový model</u> |
| 10 | <u>Návrh</u> |
| 10.1 | <u>Sekvenčný diagram</u> |
| 10.2 | <u>Triedny diagram</u> |
| 11 | <u>Testovacie scenáre</u> |
| 12 | <u>Poživatelská príručka</u> |

1. Úvod

Tento dokument popisuje kompletnú aplikáciu *Meracia aparátúra*. Dokument opisuje požiadavky na funkcionálnosť, použité technológie, návrh softvéru z technického i vizuálneho hľadiska. Obsahuje aj používateľskú príručku. Slúži ako manuál pre ďalší vývoj aplikácie.

2. Popis projektu

2.1. Rozsah projektu

Tento projekt bude riadiť experimentálnu sústavu vybavenú hmotnostným spektrometrom, trochoidálnym monochromátorom ako aj spracovávať hodnoty namerané iónovým detektorom. Produkt bude zobrazovať graf reprezentujúci aktuálny stav merania. Následne bude poskytovať export nameraných hodnôt do externého programu na spracovanie vo vybranom formáte.

2.2. Kontext projektu

Úlohou tohto projektu je spracovať údaje namerané na hmotnostnom spektrometri, ich vizualizácia na grafe, ukladanie a exportovanie.

2.2.1 Softvérové rozhrania

2.2.1.1 C#

Programovací jazyk C# poskytuje spôsoby ako premostiť grafickú časť aplikácie s ostatnými hardvérovými prvkami.

C# sa využíva v implementácii aplikácie ako hlavný vývojový nástroj.

2.2.1.2 MySQL

Databázový systém MySQL má na starosti prepojenie databázy a aplikácie.

2.2.2 Hardvérové rozhrania

2.2.2.1 AD prevodník

Bližšia špecifikácia v bode 7.1 - AD prevodník.

2.2.3 Požívateľské rozhrania

Požívateľské rozhranie musí korektne fungovať na systéme Windows XP, pričom sa pri vývoji preferuje jednoduchosť a funkčnosť.

2.3 Funkčnosť systému

Hlavnou úlohou projektu je vytvoriť systém, ktorý je schopný spracovať veľké množstvo nameraných dát, bude si ich pamätať, vedieť uložiť na server, zobrazíť aktuálne meranie alebo staršie merania na grafe. Zmeny aktuálneho merania budu ukladané a zároveň zobrazované na grafe.

2.4 Triedy používateľov a ich vlastnosti

| Používateľská roľa: | Má práva na: |
|---------------------|--|
| Anonymný používateľ | <ul style="list-style-type: none">- zobrazovať merania na grafe- zadať nové meranie- ukončiť existujúce meranie- exportovať dáta- prístup do databázy- prístup k nastaveniam a ich editovanie |

3. Špecifikácia požiadaviek

3.1 slovník pojmov

| | |
|------------------|--|
| AD/DA konverter | mení analógový signál na digitálny a opačne. |
| RS232 | rozhranie pre čítanie digitálneho signálu |
| Mass Scan | režim merania. urýchľovacie napätie je konštantné, dochádza k zmene transmisných vlastností hmotnostného spektrometra |
| Energy Scan | režim merania. hodnota transmisie spektrometra je konštantná, dochádza k zmene urýchľovacieho napätia elektrónov. |
| 2D Scan | režim merania, dochádza k zmene oboch veličín |
| Bod merania | miesto na ktorom zotrvá prístroj pri meraní. Je reprezentovaný urýchľovacím napätím a transmisiou hmotnostného spektrometra (m/z). |
| Cyklus merania | jeden súbor meraní |
| QMS | kvadropólový hmotnostný spektrometer |
| Editácia merania | pre niektoré chybné merania sa budú niektoré riadky vymazávať |
| Start point | bod začatia merania, pre Mass Scan je to v elektrónvoltoch, pre Energy Scan v atomic mass unit |
| End point | bod konca merania, pre Mass Scan je to v elektrónvoltoch, pre Energy Scan v atomic mass unit |
| TEM | trochoidálny elektrónový monochromátor |
| AMU | Atomic Mass Unit |

3.2 Funkčné požiadavky

FN-3 Načítané hodnoty pre **V-meter Keithley 2000** budú reprezentované na dve desatinné miesta.

FN-4 Graf merania sa bude prispôsobovať veľkosti okna, ktoré si zvolí používateľ.

FN-5 Pre prístroj **A-meter Keithley 485** sa budú dáta čítať pri každom kroku merania.

3.2.1 Nastavenia pred meraním

PM-1 Aplikácia pred spustením merania zobrazí nastavenia merania.

PM-2 Nastavenia sa budú vyberať medzi typmi merania: Mass Scan, Energy Scan a 2D Scan

PM-3 Budú sa dať nastaviť tieto položky (spoločné pre Mass Scan a Energy Scan typy):

- Názov merania
- Poznámky
- Start point
- End point
- Konštanta merania
- Resolution
- Čas na jeden krok
- Počet cyklov

PM-4 Pre Energy Scan sa nastaví aj hodnota *Počet krokov*.

PM-5 Okrem *Poznámky* budú všetky polia povinné (okrem *Názvu merania* pre testovacie meranie).

PM-6 Ak sa nezadá počet cyklov, nastaví sa na neobmedzene.

3.2.1.1 Mass Scan

PM-6 Pre Mass Scan bude *Konštanta merania* mať význam na koľko elektrónvoltov sa nastaví urýchľovacie napätie na TEM.

PM-7 Pre Mass Scan hodnoty *Start point*, *End point*, *Resolution*, *Čas na jeden krok* sa nastaví do QMS. *Konštanta merania* sa nastaví do TEM.

PM-8 Pre Mass Scan bude *Start a End point* v jednotkách AMU.

PM-9 Pre režim Mass Scan bude *Konštanta merania* v hlavičke načítaná z voltmetra.

PM-10 Pre Mass Scan bude *Čas na jeden krok* merania na výber jedna z troch hodnôt 1/8, 1/16, 1/32 s.

PM-11 Pre Mass Scan sa počet bodov vypočíta vzťahom:

$$\frac{\text{End point} - \text{Start point}}{(\text{Čas na jeden krok merania}) - 1}$$

3.2.1.2 Energy Scan

PM-12 Pre Energy Scan bude *Start point*, *End point*, *Čas na 1 krok* nastavená do TEM. *Konštanta merania* a *Resolution* bude nastavená do QMS.

PM-13 Pre Energy Scan bude *Konštanta merania* mať význam na koľko AMU sa nastaví QMS.

PM-14 Pre Energy Scan bude *Start a End point* v jednotkách eV.

PM-15 Pre Energy Scan bude zadaná *Konštanta merania* nastavená aj do hlavičky.

PM-16 Pre Energy Scan bude počet bodov vypočítaný ako

$$Počet\ krokov + 1$$

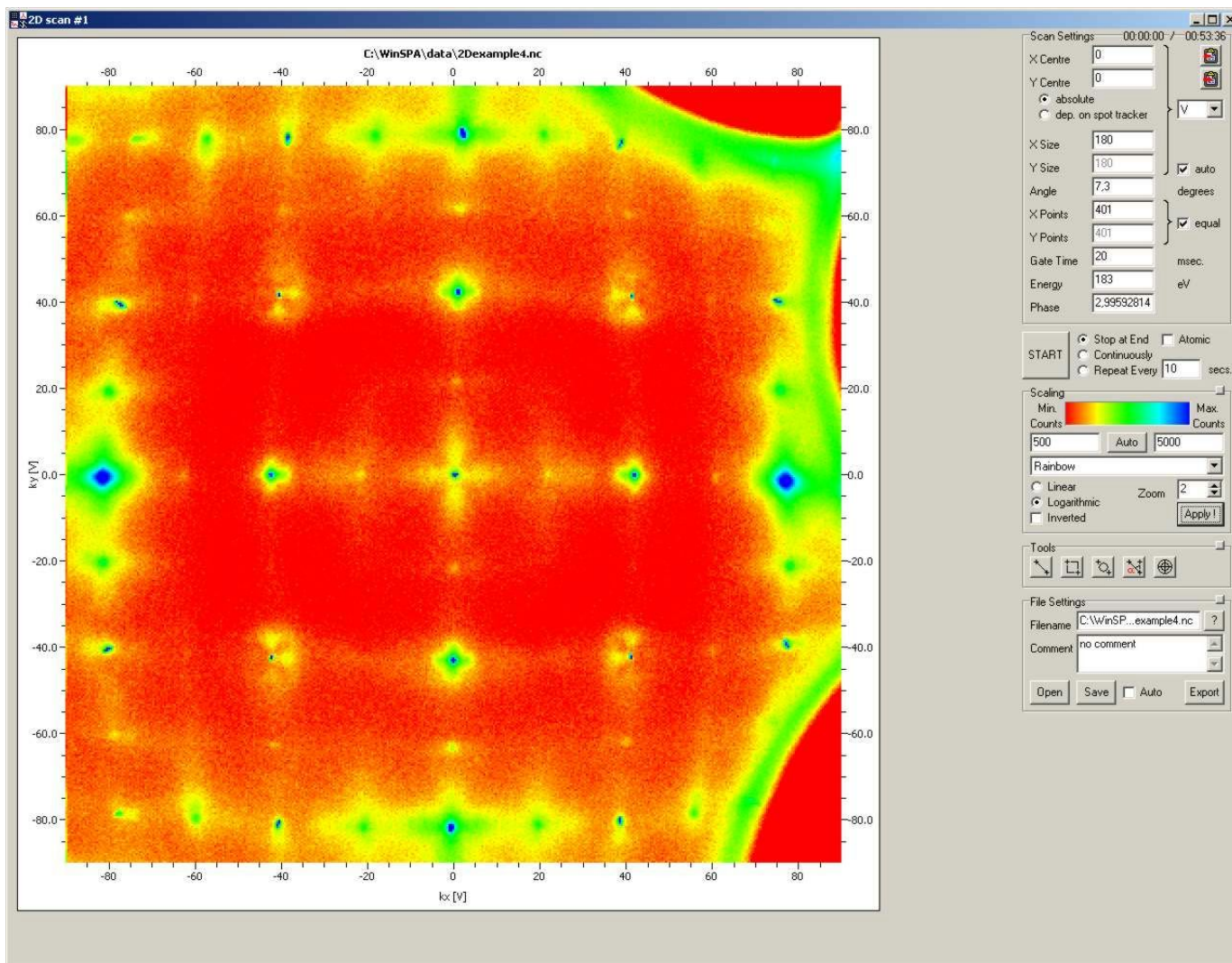
PM-16 Pre Energy Scan bude krok napätia nastavený ako

$$\frac{End\ point - Start\ point}{Počet\ krokov}$$

3.2.1.3 2DScan

PM-17 Pre režim 2DScan sa budú nastavovať zvlášť parametre pre Energy Scan a pre Mass Scan.

PM-18 Graf pre 2DScan bude mať na x-ovej osi hmotnostný rozsah, a na y-ovej osi napäťový. Hodnota pre konkrétnu hodnotu [x,y] sa zobrazí farebne podľa intenzity signálu z detektora ako na obrázku nižšie:



3.2.2 Počas merania

DM-1 Aplikácia bude zobrazovať aktuálne meranie na grafe.

DM-2 Na x-ovej osi grafu bude zobrazovať kroky merania daného cyklu v jednotkách podľa vybraného typu merania. Pre 2DScan to budú jednotky AMU.

DM-3 Hodnota z detektora sa bude načítavať každých t sekúnd, kde t je zadaný Čas na 1 krok.

DM-4 Používateľ bude mať možnosť zvoliť si 3 režimy zobrazovania grafu

Súčet - hodnoty pre každý bod merania sa v grafe sčítavajú

Priemer - súčet hodnôt pre každý bod merania sa delí počtom cyklov

Prepisovanie - zobrazuje sa len hodnota pre aktuálny cyklus

DM-5 Hlavička zo základnými parametrami bude zobrazená vedľa grafu.

DM-6 Užívateľ bude mať možnosť zvoliť zobrazenie medzi aktuálnym meraním a minulým meraním vybraným z databázy alebo súboru.

DM-7 V prípade že používateľ nastaví konečný počet cyklov, po vykonaní daného počtu cyklov bude meranie ukončené.

DM-8 Užívateľ bude mať možnosť zvoliť si možnosť aby sa ukončilo meranie po skončení aktuálneho cyklu.

DM-9 Užívateľ bude môcť zastaviť meranie bez straty dát.

3.2.3 Výstup merania

VM-1 Výstup merania pre MassScan a EnergyScan bude obsahovať hlavičku, v ktorej budú tieto položky:

- Názov merania
- Dátum a Čas merania
- Typ merania
- Start point
- End point
- Konštanta merania
- Resolution
- Čas na 1 krok
- Poznámka
- Počet cyklov

VM-2 Každé meranie typu MassScan a EnergyScan bude tiež obsahovať pre jednotlivé cykly merania x-ovú zložku(v jednotkách AMU alebo eV, podľa typu merania):

- Hodnotu nameranú z detektora
- Prúd
- Teplota
- Tlak kapiláry
- Tlak komory

VM-3 Popis stĺpcov kroku merania jedného cyklu

| x | y | I | P1 | P2 | t |
|-------------------------------------|-------------------------------------|---------|-------------------|-----------------|-------------|
| aktuálny krok merania[eV alebo AMU] | hodnota z detektora[arbitrary unit] | prúd[A] | tlak kapiláry[Pa] | tlak komory[Pa] | teplota[°C] |

VM-4 Pre režim 2DScan sa na osi y bude zobrazovať namerané urýchľovacie napätie

VM-5 Tabuľka pre 2DScan bude mať tento formát:

| x | y | det | I | P1 | P2 | t |
|----------------------------|-----------------------------------|---------------------|---------|-------------------|-----------------|-------------|
| aktuálny krok merania[amu] | aktuálne urýchľovacie napätie[eV] | hodnota z detektora | prúd[A] | tlak kapiláry[Pa] | tlak komory[Pa] | teplota[°C] |

VM-6 Meranie sa bude ukladať do databázy, ktorej prístup bude nastavený v nastaveniach. Ukladá sa aj do súboru.

VM-7 Ak je databáza neprístupná, ukladá sa len do súboru.

3.2.4 Ostatné nastavenia

ON-1 Aplikácia bude umožňovať nastaviť aj parametre vstupno-výstupných portov.

ON-2 Aplikácia bude umožňovať nastaviť sieťové nastavenia na prístup ku serveru.

ON-3 Aplikácia bude umožňovať nastaviť interval, za ktorý má program načítavať hodnoty pre *Tlak kapiláry*, *Tlak komory* a *Teplotu*.

ON-4 Používateľ si bude môcť vybrať medzi *lineárnou* a *logaritmickou* škálou y-ovej osi.

ON-5 Používateľ bude môcť nastaviť škálovanie oboch osí grafu.

3.2.5 Testovacie meranie

TM-1 Aplikácia bude vedieť merať aj testovacie merania.

TM-2 Testovacie merania nebudú vyžadovať nastavenie názvu merania.

TM-3 Testovacie merania sa nebudú ukladať do databázy.

3.2.6 Export meraní a načítavanie

EM-1 Aplikácia umožní vyhľadať vykonané merania z HDD alebo z databázy.

EM-2 Hľadanie meraní sa bude filtrovať v tomto poradí:

- Rok merania
- Názov merania
- Dátum merania
- Typ merania

EM-3 Pre každý použitý filter sa výber meraní zúži podľa filtra.

EM-4 Pre každé meranie sa bude dať zobrazíť jeho hlavička.

EM-5 Každé meranie sa bude dať exportovať do formátu .csv.

EM-6 Pre export merania do formátu .csv bude užívateľ môcť vybrať, ktoré stĺpce sa majú do výsledného súboru zahrnúť.

EM-7 Užívateľ si tiež bude môcť vybrať, ktoré cykly sa majú do exportu zahrnúť.

EM-8 Užívateľ si bude môcť do exportu vybrať tieto možnosti interpretácie merania:

- iba sumu
- iba priemer
- všetko

EM-9 Meranie si bude môcť užívateľ zobrazit' v grafe.

3.3 Požiadavky nezávislé na funkciách

3.3.1 Používateľské rozhrania

PR-1 Používateľské rozhranie musí mať GUI.

PR-2 Aplikácia bude obsahovať veľkú zobrazovaciu plochu.

PR-3 Bude poskytovať ukladanie a export nameraných hodnôt.

3.3.2 Systémové rozhrania

Zapojenie prístrojov

A/D komunikácia

SR-1 Vstupný TTL signál z elektrónového násobiča (detektora) bude napojený cez A/D prevodník **NI-USB-6009**.

SR-2 Výstupný analógový signál z A/D prevodníka bude meniť urýchľovacie napätie na TEM.

SR-3 Dáta z ampérmetra **A-meter Keithley 485** sa budú čítať pri každom kroku merania.

RS232 komunikácie

SR-4 Nastavovanie parametrov pre QMS.

SR-5 Čítanie referenčného napätia pomocou **V-metra Keithley 2000**.

SR-6 Čítanie jednotky ampér z ampérmetra **A-meter Keithley 485**.

SR-7 Čítanie referenčného napätia bude čítať hodnoty na 2 desatinné miesta.

SR-8 Čítanie tlaku napúšťacieho systému (kapiláry) z jednotky **PR 4000**.

SR-9 Čítanie tlaku z jednotky **TPG256A**.

SR-10 Tlak sa bude čítať z prvého zo šiestich kanálov.

SR-11 Čítanie teploty z jednotky **ECO 24**.

3.3.3 Požiadavky na kompatibilitu a upgrade

PK-1 Aplikácia bude napísaná v C# pre použitie na platforme Windows.

PK-2 Aplikácia vyžaduje počítač s USB sériovým portom.

PK-3 Aplikácia bude naimplementovaná tak, aby po prípadnej výmene pripojených zariadení sa v zdrojovom kóde dalo vyhľadať príslušný komponent pre dané zariadenie.

3.4 Doplnujúce požiadavky

DP-1 Aplikácia nedovolí spustiť meranie bez vyplnenia všetkých vstupných parametrov.

DP-2 Aplikácia bude ošetrovať zadanie hodnôt mimo povolených hraníc pre jednotlivé fyzikálne veličiny.

DP-3 Aplikácia si bude uchovávať hlavičku a parametre posledného merania. Pri ďalšom meraní predvolí posledné nastavené hodnoty.

Prílohy k špecifikácii

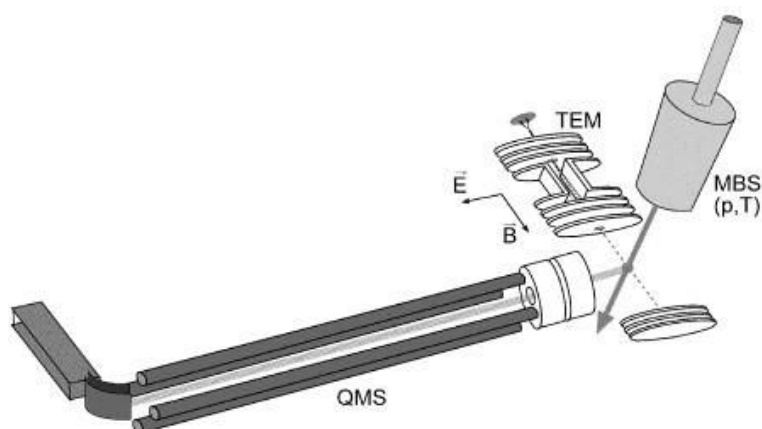
Popis súčasného a očakávaného stavu

Softvérová úprava aparatury skrížených zväzkov

Fyzikálny princíp

Aparatúra skrížených zväzkov je experimentálne zariadenie určené pre výskum molekúl pomocou mono- energetických elektrónov . Molekuly v plynnom (v prípade ostatných skupenstiev sú molekuly prevedené na plynné) skupenstve sú pomocou tenkej kapiláry vypúšťané do vysokého vákua (MBS), pričom vytvoria molekulárny zväzok. Elektrónový zväzok je tvorený trochoidálnym elektrónovým monochromátorom (TEM), kde pomocou sústavy elektród upravujeme tvar pôvodne difúzneho elektrónového oblaku na monoenergetický lúč, ktorý je následne urýchlenný na požadovanú kinetickú energiu. Po interakcii elektrónov s molekulami dochádza k veľkému počtu fyzikálno – chemických procesov. Na danej aparatúre zaznamenávame procesy, ktorých výsledkom je tvorba iónov (nabitých častíc). Vytvorené ióny sú slabým elektrickým poľom smerované do kvadrupólového hmotnostného spektrometra (QMS), kde dochádza k ich separácii na základe pomeru hmotnosti a náboja. Separované ióny sú následne smerované do

elektrónového násobiča, kde sú detegované.



Aparatúra pracuje v dvoch základných módoch:

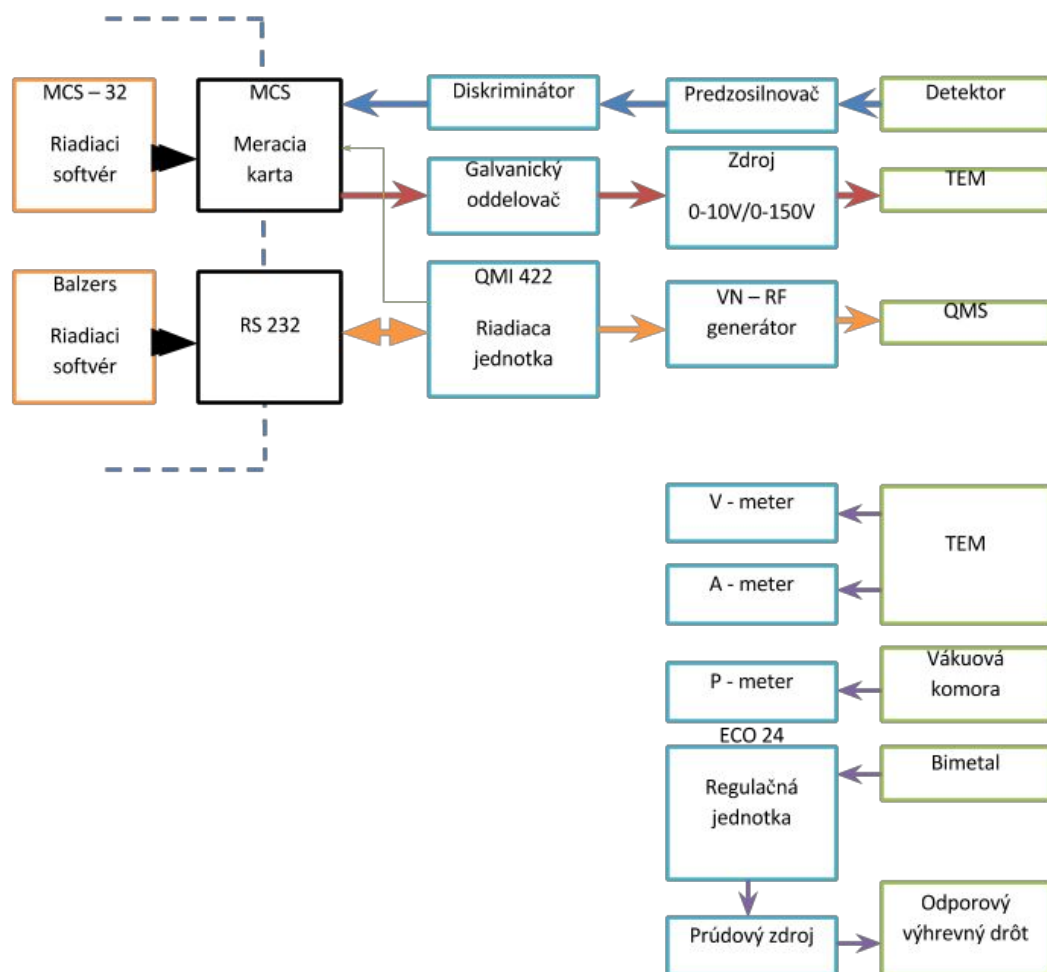
1. Pri konštantnom urýchľovacom napätí (konštantnej energii) elektrónov meníme pomer m/z na hmotnostnom spektrometri, čím získavame tzv. hmotnostné spektrum (pri danej energii elektrónov)
2. Pri konštantnom nastavení hmotnostného spektrometra (skúmame jeden konkrétny produkt reakcie) meníme urýchľovacie napätie elektrónov a získavame tzv. účinný prierez reakcie.

Súčasný stav: Experiment funguje súbežne na dvoch softvéroch (jeden riadi hmotnostný spektrometer, druhý riadi urýchľovacie napätie elektrónov a zaznamenáva prichádzajúci signál). Množstvo ostatných fyzikálnych parametrov nie je elektronicky zaznamenávaných.

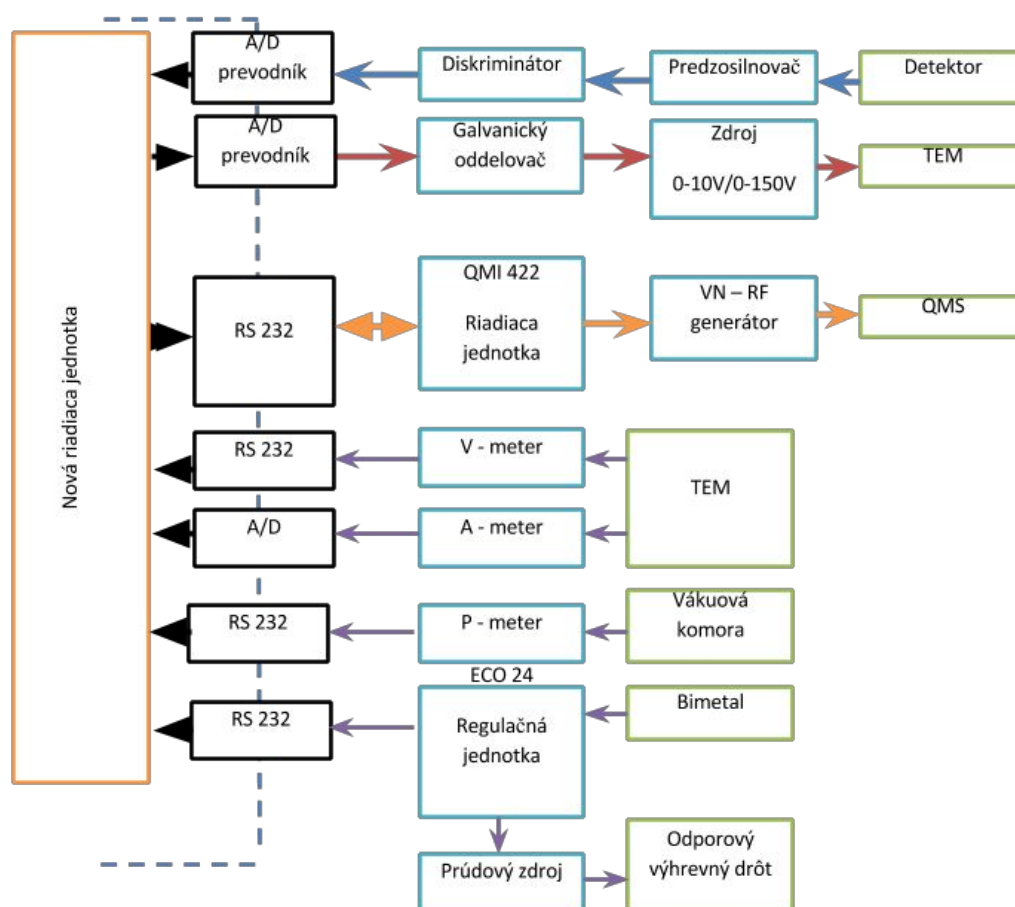
Očakávaný stav: Experiment funguje pomocou jedného softvéru, ktorý zabezpečuje jeho chod, zaznamenáva všetky veličiny, dáta sú zálohované a prístupné na servery. Softvér okrem zaznamenávania a ukladania / čítania výsledkov umožňuje ich parciálne vyhodnotenie.

Bloková schéma zariadenia

PC



Očakávaný stav



Parametre rozhrania:

A/D prevodník – NI USB – 6009 14-bit

RS 232 – pomocou USB/RS232 konvertora

Parametre zariadení :

Diskriminátor – analógový výstup

Galvanický oddelovač – analógový vstup 0 – 10 V

QMI 422 – netriviálne / pripojenie sa ešte zväži

V-meter - KEITHLEY 2000 multimeter

A-meter – KEITHLEY 485

T-meter – ECO 24

P-meter – Pfeifer TPG 256A

MKS Instruments PR 4000

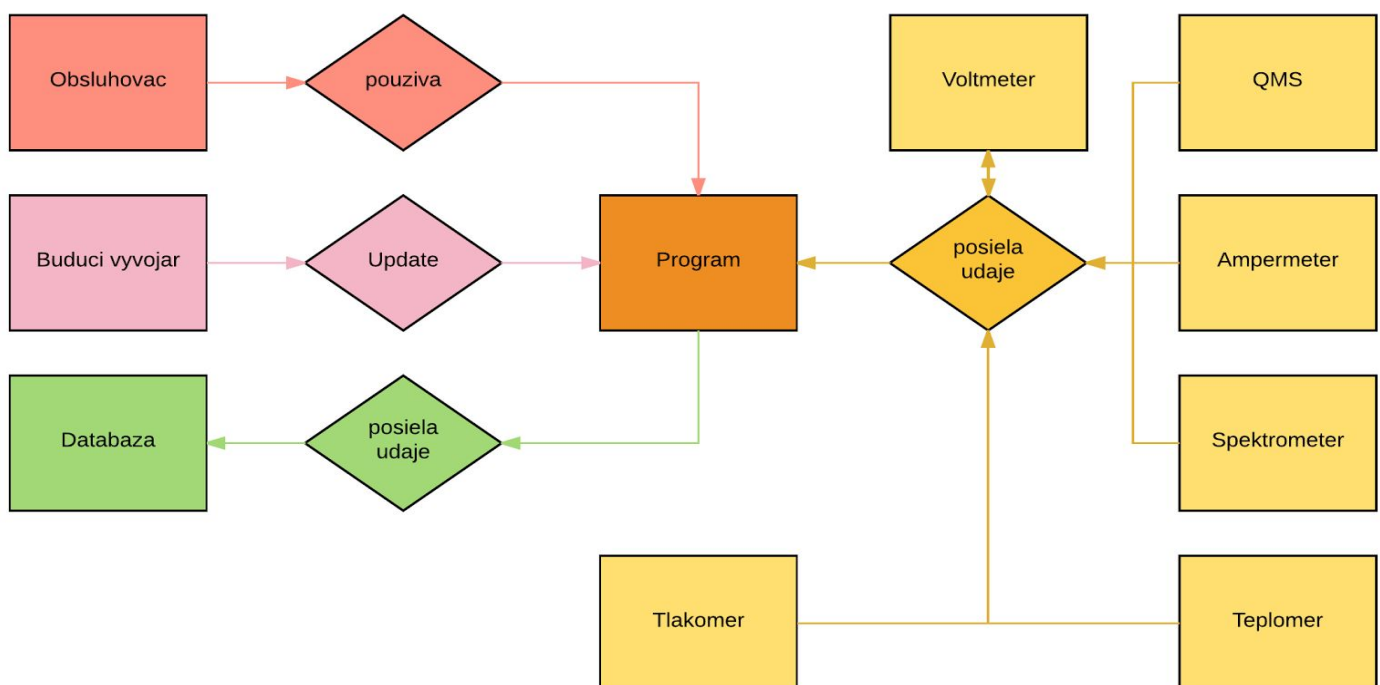
4. Analýza používateľov

K systému bude mať prístup neregistrovaný používateľ, ktorý bude môcť spustiť meranie, zastaviť meranie, zobrazíť aktuálne meranie, sumu nameraných hodnôt a priemer nameraných hodnôt.

5. Diagramy

5.1 Entitno relačný diagram (Obr1)

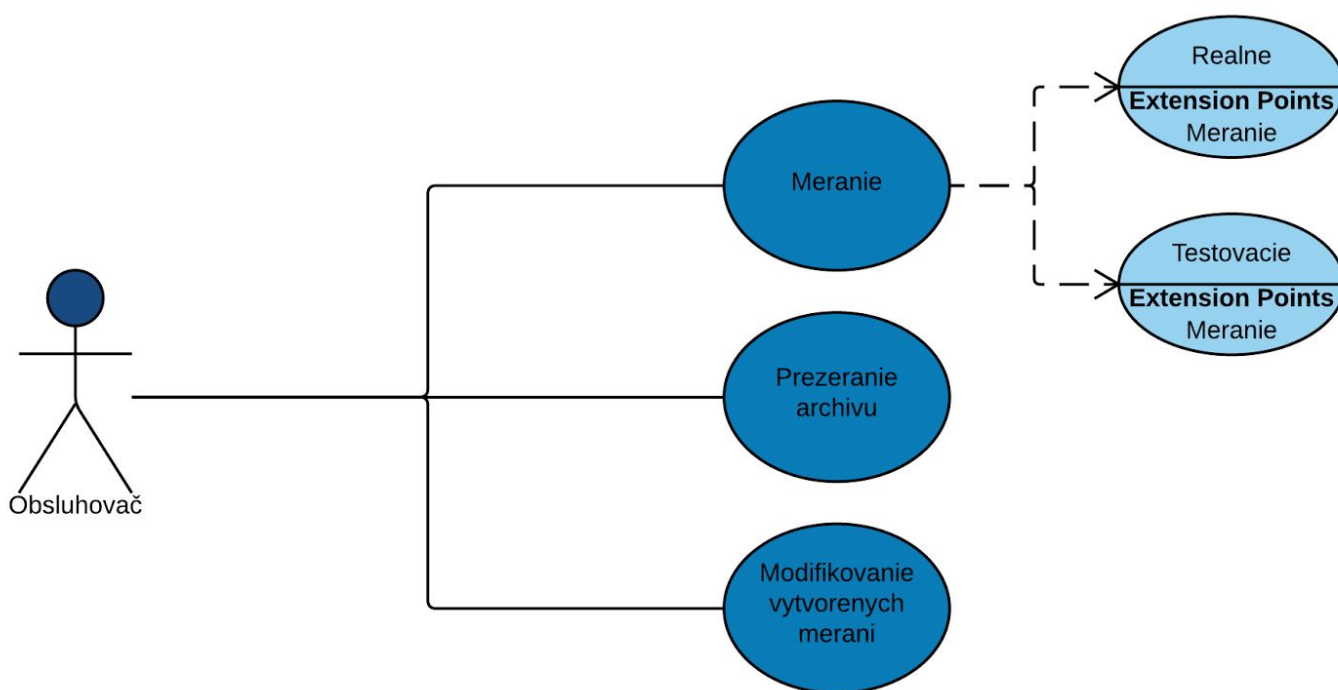
Popisuje vzťahy medzi programom Meracia aparátúra, používateľskými rolami, jeho vstupom a výstupom. V priebehu normálneho bežania programu Obsluhovač vykonáva/riadi Program, Budúci vývojár robí opravy na Programe a meracie zariadenia (Voltmeter, QMS, Ampérmeter, Spektrometer, Teplomer, Tlakomer) posielajú údaje. Výstupom Programu sú dáta, ktoré sa ďalej posielajú do databázy (na server alebo do súboru).



Obr. 1 (ER diagram)

5.2 Use-case diagram

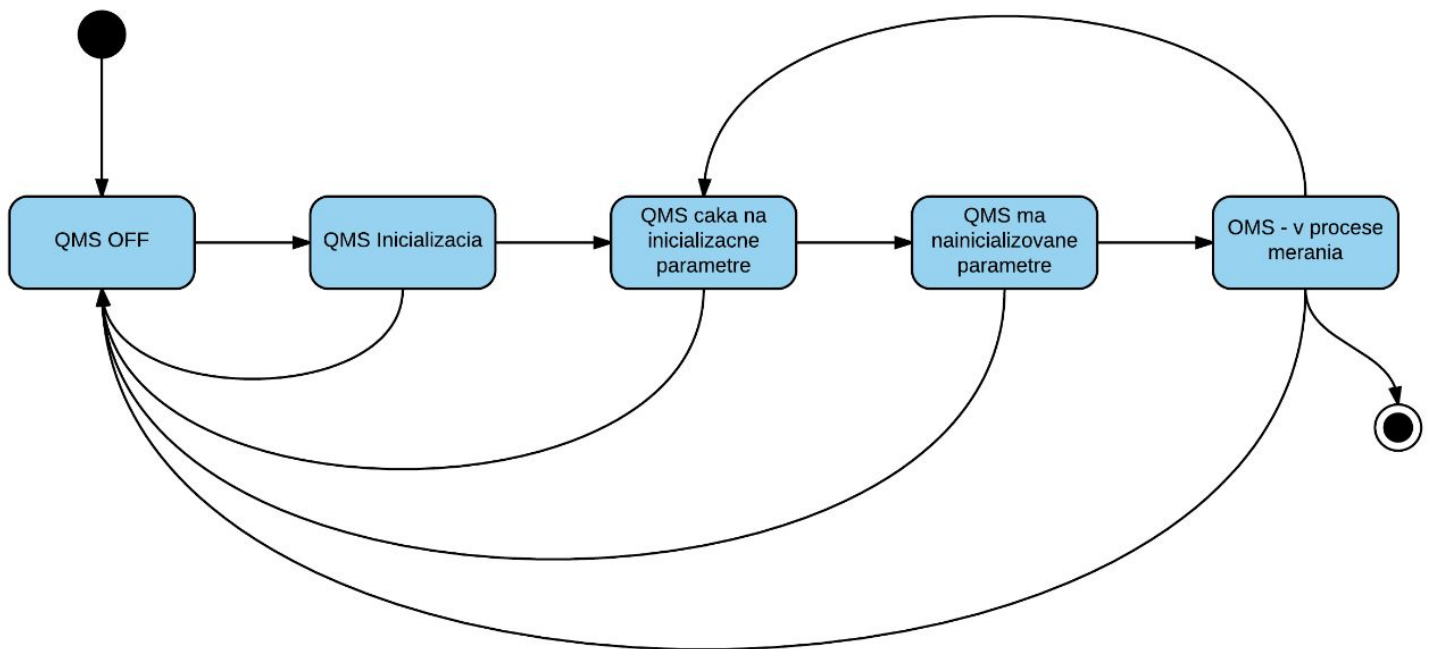
Use case diagram (Obr2) popisuje práva a povinnosti používateľskej role. Obsluhovač môže buď testovať, alebo spustiť proces merania na ostro. Môže taktiež upravovať už existujúce záznamy meraní a prezerať archív, ktorý je reprezentovaný súborom alebo databázou.



Obr. 2 (Use-case diagram)

5.3 Stavový diagram 1

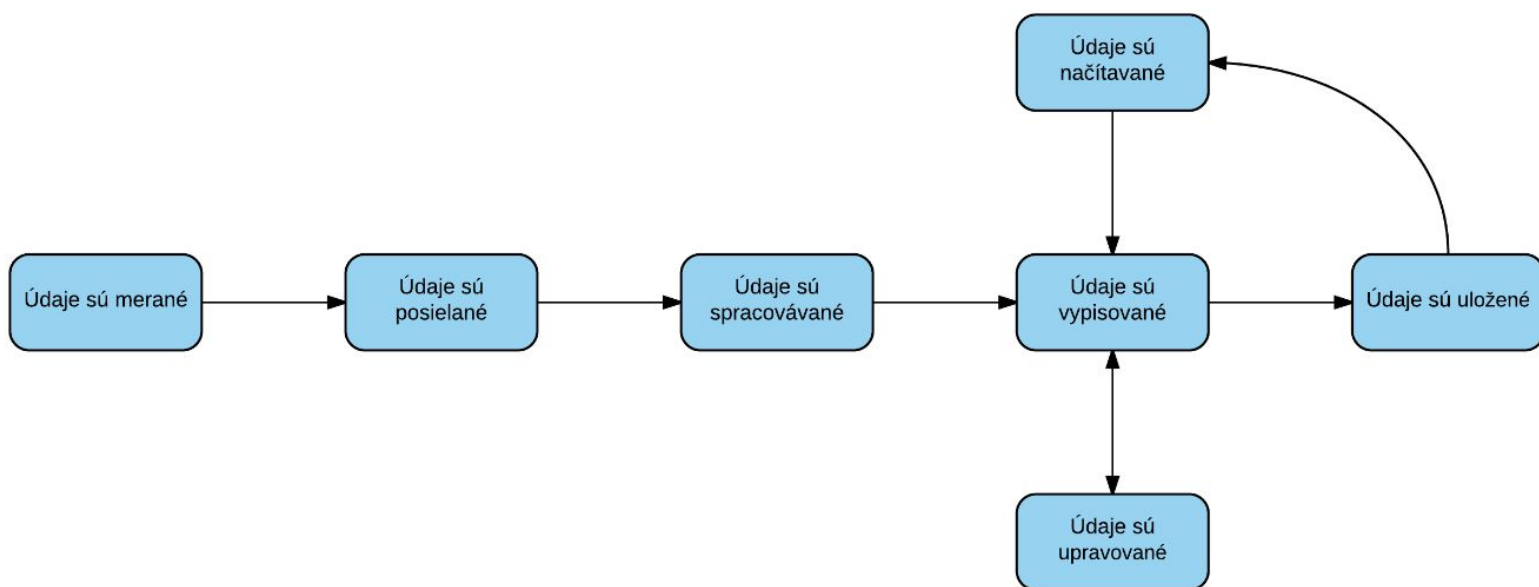
Stavový diagram (Obr3A) popisuje možné stavy, v ktorých sa spektrometer môže nachádzať. Na začiatku je spektrometer vypnutý. Potom prechádza do stavu inicializácie. Tu čaká, než mu prídu inicializačné parametre, na základe ktorých môže spustiť meranie.



Obr. 3A (Stavový diagram 1)

5.4 Stavový diagram 2

Stavový diagram (Obr3B) popisuje možné stavy, v ktorých sa program môže nachádzať. Na začiatku program spúšťa proces merania, z ktorého môže prejsť buď do stavu zobrazovania údajov, alebo do stavu riadenia procesu (Editovanie). Z týchto stavov môže prejsť do všetkých ostatných, tzn. Aj do stavu Ukladania na server a stavu Ukladania do súboru. Tieto stavy sú konečné.



Obr3B (Stavový diagram 2)

6. Požívateľské rozhranie

Návrh GUI (Obr. 4, 5, 6) znázorňuje grafickú podobu výsledného projektu. Grafické používateľské rozhranie bude obsahovať možnosť ukladania merania, editovacie možnosti, komponenty na spustenie a zastavenie behu programu a zvolenie si typu merania.

6.1 Štart a typy merania

Pred začiatkom samotného merania sa zobrazí okno, v ktorom sa budú nastavovať povinné informácie o nasledujúcom meraní. Od toho, aký je nastavený typ merania (Energy scan, Mass scan, 2DScan) bude závisieť presné rozmiestnenie a počet komponentov.

6.2 Editovanie

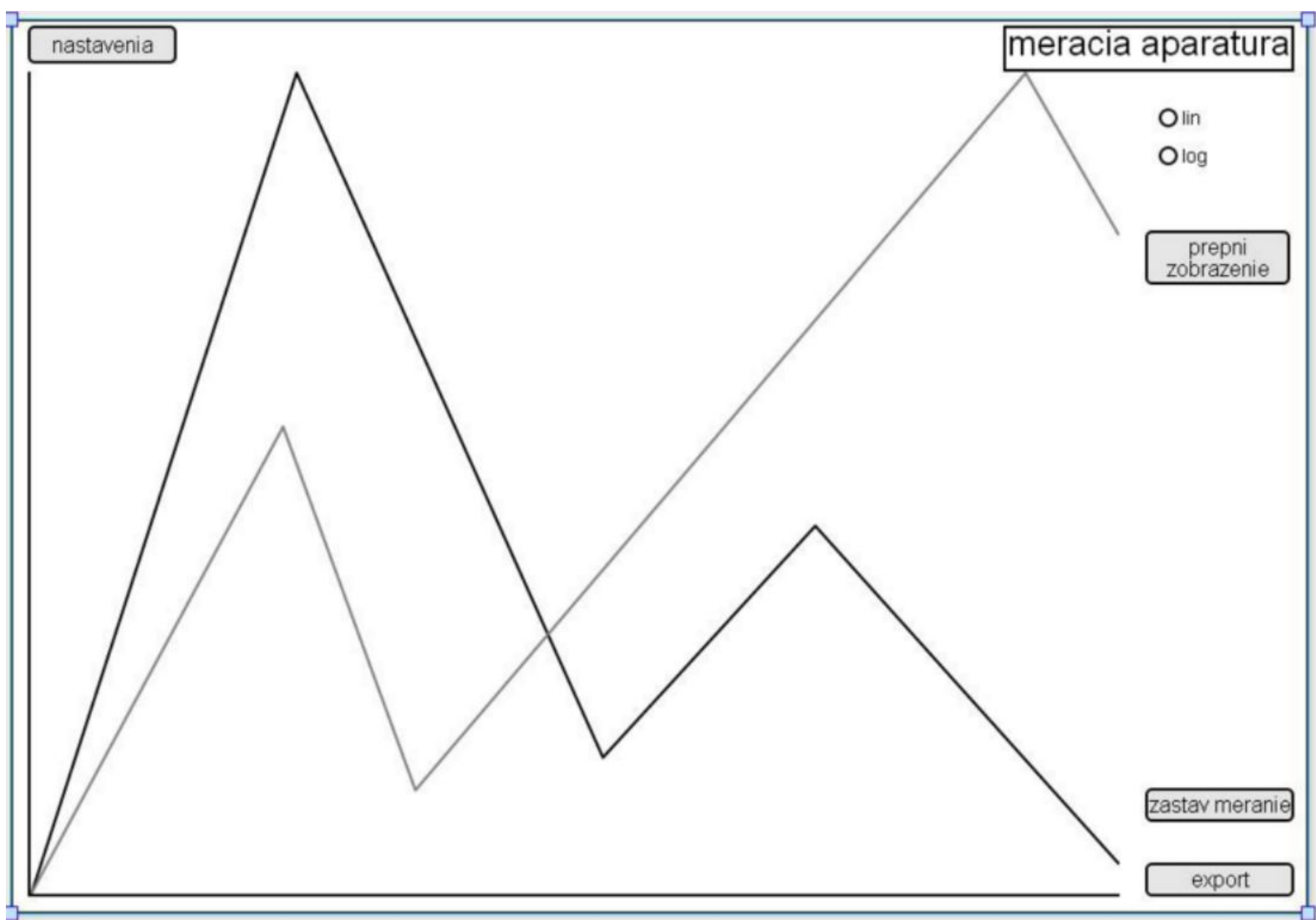
Editovacie možnosti budú prístupné nielen pomocou tlačidiel bočného a vrchného panela, ale aj kliknutím myši do vykresľovanej plochy.

6.3 Vykresľovanie

Vykresľovanie merania bude real-time, to znamená, že používateľovi sa bude zobrazovať nielen grafická reprezentácia merania, ale aj číselná. Používateľ môže načítať a zobrazovať staršie merania počas behu aktuálneho diania.

6.4 Ukladanie

Meranie sa bude môcť ukladať do súboru alebo databázy. Výsledný formát sa bude dať zvoliť pravé na základe toho, kam sa údaje ukladajú.



Obr. 6 (Hlavna stranka)

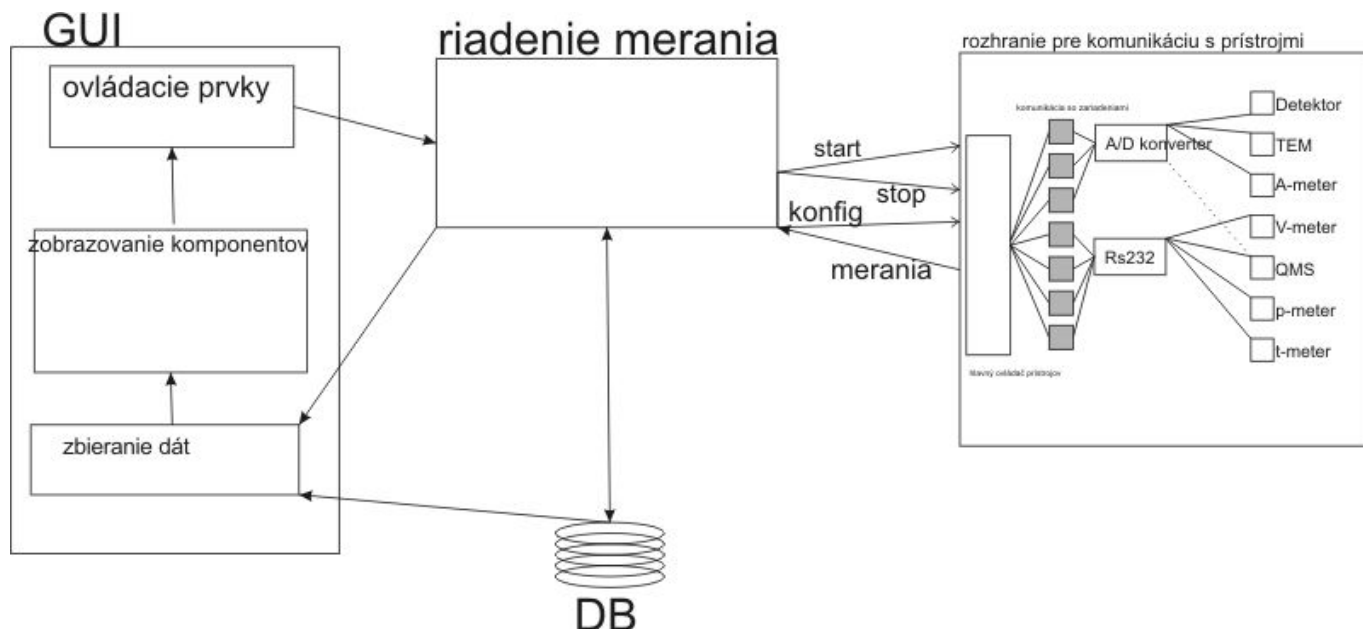
7. analýza technológií

7.1 komunikácia z prístrojmi

| | |
|---------------|--|
| A/D Prevodník | Webová stránka 4 usb interface |
| Ampérmeter | Webová stránka kapitola 2 input connector |
| Voltmeter | Webová stránka kapitola 1 General Information podkapitola: Cables and adapters |
| TEM | Webová stránka kapitola 3 Plug-in Options |

8. Dekompozícia

8.1 diagram komponentov



8.2 Popis komponentov

Táto schéma zobrazuje hlavné prvky aplikácie.

8.2.1 GUI

Zobrazuje komponenty a zbiera údaje pre vykreslenie grafu.

8.2.2 Ovládacie prvky

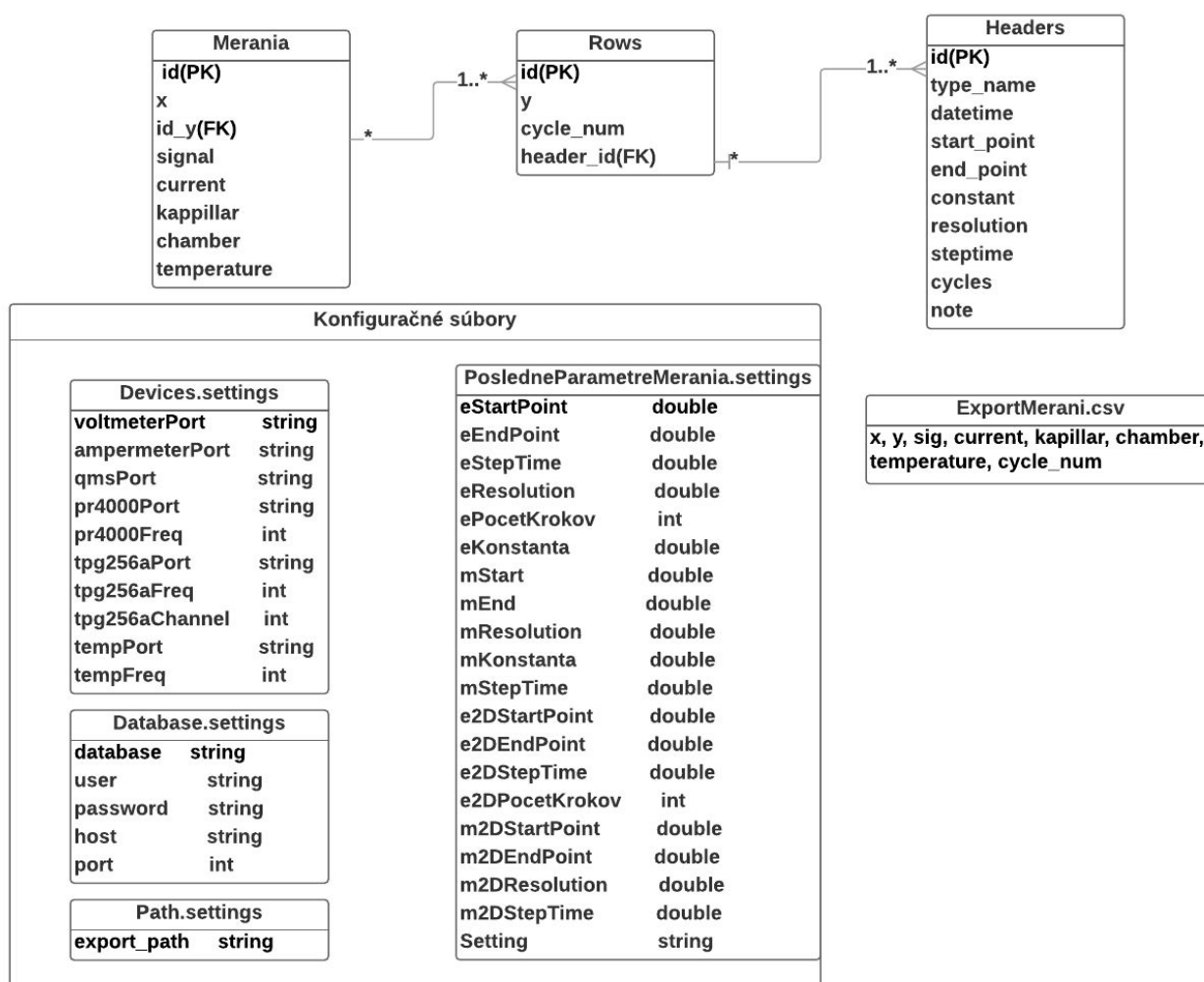
Budú riadiť meranie.

8.2.3 Riadenie merania

Samostatný komponent, ktorý komunikuje s databázou ukladá do nej to, čo získal z komponentu pre komunikáciu s prístrojmi. Riadi tiež meranie cez start a stop funkcie. Konfiguruje meranie na začiatku merania a číta namerané údaje. Komunikácia s prístrojmi obsahuje samostatné komponenty pre každý prístroj podľa špecifikácie prístroja a

komunikuje s okolým cez hlavný komponent, ktorý zahŕňa všetky komponenty na komunikáciu s prístrojmi.

9. Dátový model



Fyzikálne jednotky pre jednotlivé veličiny:

X - amu/eV podľa typu merania
 chamber, kapillar - Pa
 temperature °C
 current - Amper

V tabuľke pre 2D scan:

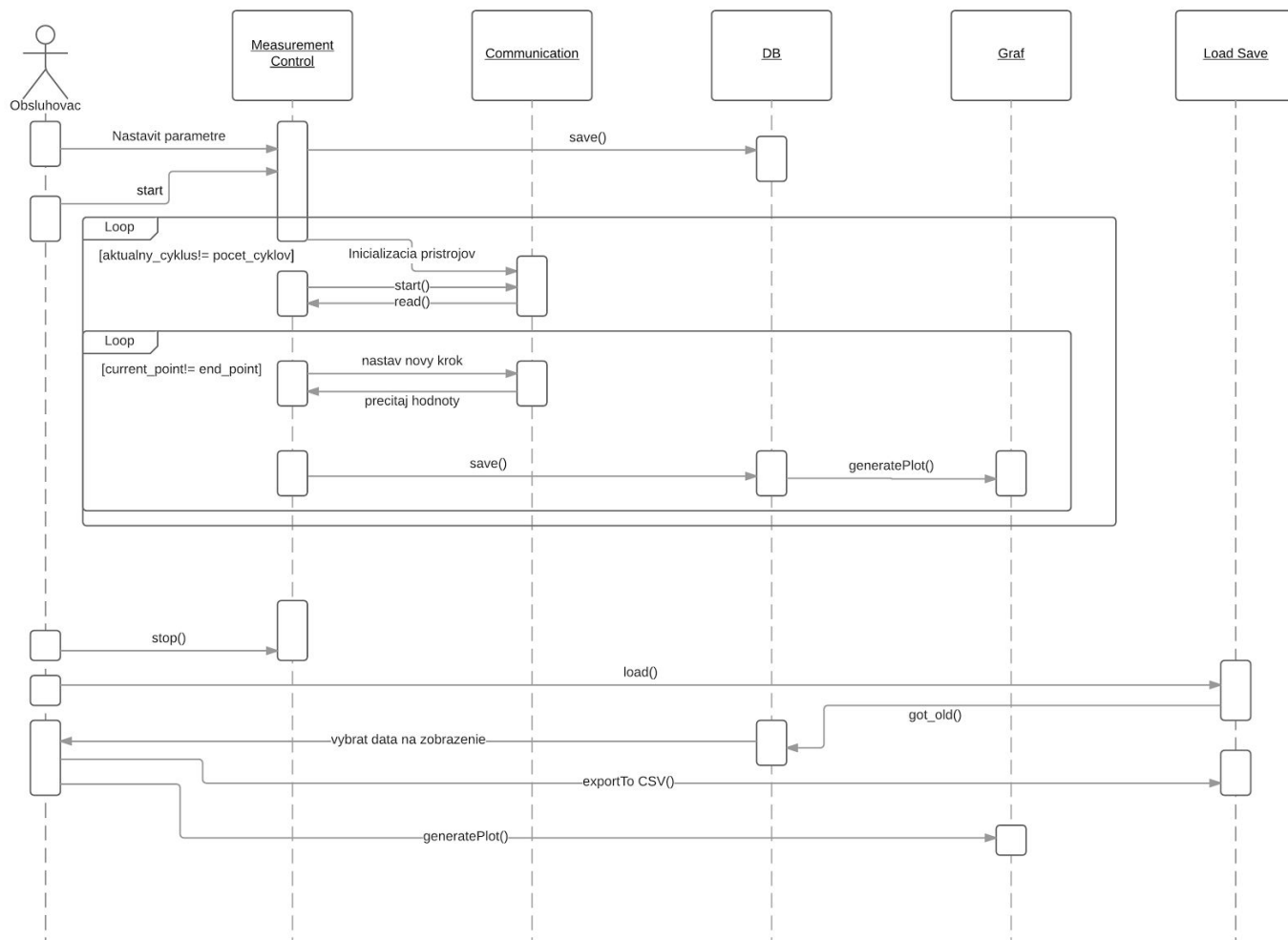
x - amu

y - eV

Konfiguračné súbory obsahujú nastavenia parametrov pre pripojenie k databáze, cestu k ukladaniu exportovaných meraní, nastavenia parametrov pre zariadenia ako sú názvy portov a frekvencie čítania, ďalej obsahujú posledné použité parametre pre každý typ merania. Používateľ teda po spustení merania daného typu nestratí použité údaje. Pre export meraní sa používa formát csv.

10. návrh

10.1 Sekvenčný diagram



10.2 triedny diagram

Meranie. Vykonáva všetky potrebné akcie na meranie a synchronizáciu prístrojov. Posiela namerané hodnoty do triedy GrafControl, ktorá sa stará o správne vykresľovanie grafu, a do triedy DbCommunication, ktorá komunikuje s databázou a ukladá a číta merania.

3. Tretia časť sú triedy reprezentujúce ovládače zariadení. Pre zariadenia, ktoré sa pripájajú cez RS232 je rozhranie SerialPortDriverInterface s metódami open,close a read. Teda pre otvorenie portu a inicializáciu komunikácie s prístrojom, zatvorenie, prípadne zresetovanie prístroja a read je na prečítanie aktuálnej hodnoty z prístroja. Všetky prístroje vracajú desatinné číslo, preto stačí návratová hodnota double. Toto rozhranie implementuje abstraktná trieda SerialPortDriver, ktorá má tiež parameter typu SerialPort,a metódu convertToDouble(string), ktorá je v abstraktnej triede implementovaná obyčajným prevedením na double, ale v prípade ak prístroj vracia neštandardný formát čísla, zdedená trieda môže implementovať vlastnú implemetnáciu tejto metódy. Ku každému prístroju je potom trieda, ktorá funguje ako controller a ktorá obsahuje parameter typu SerialPortDriver. K tejto triede potom pristupuje trieda DeviceControllers, ktorej inštancia je uložená v triede MeasurementControl, ktorá riadi meranie. V triede controller sú teda implementované potrebné algoritmy pre časovanie a správne intervaly volania metódy read objektov SerialPortDriver.

4. Posledná časť sú triedy GUI, ktoré zobrazujú všetky potrebné okná.

10.2.1 graf

bude slúžiť na vykreslenie aktuálnych dát a a zobrazovať ich na grafe
bude bude sa dáť prepínať medzi lineárnym a logaritmickým zrazením.

Tiež sa bude dáť zobrazíť suma a a priemer zo všetkých cyklov
atribúty:

hodnota asociatívne pole kľúč sú x súradnice y súradnice

Metódy:

addxy() pridá dvojicu xy do dátovej štruktúry ktorá sa zobrazí na grafe
zoom()

zoskaluje graf o hodnotu 1.1 graf sa bude dáť prezerať pomocou scrol
baru

rgb ()pri 2d scane nastavy z hodnoty signalu farbu rgb do grafu

11. Testovacie scenáre

Počas nášho prvého testovania sme si chceli overiť kompatibilitu našich zdrojových kódov s meracími prístrojmi v laboratóriu. Zdrojové kódy sme dopredu vypracovali v jazyku C#. Podarilo sa nám prepojiť C# s voltmetrom a jedným tlakomerom(tpg 256a) ktoré sme zapojili cez port RS232.

Druhý tlakomer PR4000 sa nám nepodarilo prepojiť kvôli zatiaľ neznámej príčine. Na prepojenie tlakomeru tpg256a sme použili aj súčasti kódu, ktorý bol použitý pri inej aplikácii na meranie hodnôt. Pochádzala od bývalého študenta.

Testovanie funkcií programu

11.1. Zmena parametrov pre pripojenie sa k databáze do okna s nastaveniami.

- | | | |
|---------|--------------------|--|
| 11.1.1. | Vstup: | stlačenie tlačidla Nastavenia |
| | Výstup: | Otvorenie okna s nastaveniami, tab Databáza |
| | Otestované: | áno, funguje |
| 11.1.2. | Vstup: | Nevyplnenie poľa host alebo zadanie poľa bez bodky |
| | Výstup: | Zobrazenie chybovej správy |
| | Otestované: | áno, funguje |
| 11.1.3. | Vstup: | Nevyplnenie poľa user |
| | Výstup: | Zobrazenie chybovej správy |
| | Otestované: | áno, funguje |
| 11.1.4. | Vstup: | Nevyplnenie poľa password |
| | Výstup: | Zobrazenie chybovej správy |
| | Otestované: | áno, funguje |
| 11.1.5. | Vstup: | Nevyplnenie poľa databáza |
| | Výstup: | Zobrazenie chybovej správy |
| | Otestované: | áno, funguje |
| 11.1.6. | Vstup: | Nevyplnenie poľa port alebo zadanie nečíselnej hodnoty |
| | Výstup: | Zobrazenie chybovej správy |
| | Otestované: | áno, funguje |
| 11.1.7. | Vstup: | Vyplnenie všetkých správnych hodnôt |
| | Výstup: | Zobrazenie správy o uložení údajov |
| | Otestované: | áno, funguje |
| 11.1.8. | Vstup: | Stlačenie tlačidla |
| | Výstup: | Zobrazenie chybovej správy |

Otestované: áno, funguje

11.2. Otestovanie pripojenia k databáze so zadanými parametrami

- 11.2.1. **Vstup:** Stlačenie tlačidla otestovať pripojenie, ak sa pripojenie nepodarí
Výstup: Zobrazenie chybovej správy
Otestované: áno, funguje
- 11.2.2. **Vstup:** Stlačenie tlačidla otestovať pripojenie ak sa pripojenie podarí
Výstup: Zobrazenie správy o úspešnom pripojení
Otestované: áno, funguje

11.3. Zmena parametrov zariadení. Tab Zariadenia

- 11.3.1. **Vstup:** Uloženie nastavení s viac ako jedným nesprávne vyplneným poľom
Výstup: Zobrazenie chybovej správy iba o najvrchnejšom nesprávne vyplnenom poli
Otestované: áno, funguje
- 11.3.2. **Vstup:** Uloženie s chýbajúcim názvom portu voltmetra
Výstup: Zobrazenie chybovej správy
Otestované: áno, funguje
- 11.3.3. **Vstup:** Uloženie s chýbajúcim názvom portu ampérmetra
Výstup: Zobrazenie chybovej správy
Otestované: áno, funguje
- 11.3.4. **Vstup:** Uloženie s chýbajúcim názvom portu QMS
Výstup: Zobrazenie chybovej správy
Otestované: áno, funguje
- 11.3.5. **Vstup:** Uloženie s chýbajúcim názvom portu tlakomer TPG256A
Výstup: Zobrazenie chybovej správy
Otestované: áno, funguje
- 11.3.6. **Vstup:** Uloženie s chýbajúcou frekvenciou merania tlakomera TPG256A
Výstup: Zobrazenie chybovej správy
Otestované: áno, funguje
- 11.3.7. **Vstup:** Uloženie s chýbajúcim názvom portu tlakomera PR4000
Výstup: Zobrazenie chybovej správy
Otestované: áno, funguje

- 11.3.8. **Vstup:** Uloženie s chýbajúcou frekvenciou merania tlakomera PR4000
Výstup: Zobrazenie chybovej správy
Otestované: áno, funguje
- 11.3.9. **Vstup:** Uloženie s chýbajúcim názvom portu teplomera
Výstup: Zobrazenie chybovej správy
Otestované: áno, funguje
- 11.3.10. **Vstup:** Uloženie s chýbajúcou frekvenciou merania teplomera
Výstup: Zobrazenie chybovej správy
Otestované: áno, funguje

11.4. Zmena cesty exportovaných súborov

- 11.4.1. **Vstup:** Zadanie neexistujúcej cesty do poľa a stlačenie Uložiť.
Výstup: Zobrazenie dialógového okna pre vytvorenie novej zložky
Otestované: áno, funguje
- 11.4.1.1. **Vstup:** Stlačenie YES
Výstup: Vytvorenie novej zložky a uloženie nastavení a zobrazenie správy
Otestované: áno, funguje
- 11.4.1.2. **Vstup:** Stlačenie NO
Výstup: Žiadna zmena
Otestované: áno, funguje
- 11.4.2. **Vstup:** Zadanie neplatnej cesty a stlačenie uložiť
Výstup: Zobrazenie chybovej správy
Otestované: áno, funguje
- 11.4.3. **Vstup:** Výber zložky cez tlačidlo zmeniť
Výstup: Vypísanie zložky do textového poľa
Otestované: áno, funguje
- 11.4.4. **Vstup:** Stlačenie Uložiť pri správnej existujúcej ceste
Výstup: Uloženie nastavení a zobrazenie správy
Otestované: áno, funguje
- 11.4.5. **Vstup:** Písanie cesty do textového poľa
Výstup: Automatické dopĺňanie ciest v lokálnom počítači
Otestované: áno, funguje

11.5. Zobrazenie informácií o programe

- 11.5.1. **Vstup:** Stlačenie tlačidla O programe
Výstup: Otvorenie okna o programe
Otestované: áno, funguje

11.6. Načítanie merania.

- 11.6.1. **Vstup:** Stlačenie tlačidla menu Načítať meranie
Výstup: Otvorenie okna Load
Otestované: áno, funguje
- 11.6.2. **Vstup:** Zmena vybratého roku merania
Výstup: Obnovenie tabuliek názov, dátum, typ a číslo merania podľa zadaného roku
Otestované: áno, funguje
- 11.6.3. **Vstup:** Zmena vybratého názvu merania
Výstup: Obnovenie tabuliek, dátum, typ a číslo merania podľa zadaného roku a názvu. Zmena hlavičky tabuľky podľa vyznačeného čísla merania.
Otestované: áno, funguje
- 11.6.4. **Vstup:** Zmena vybratého dátumu merania
Výstup: Obnovenie tabuliek, typ a číslo merania podľa zadaného roku, názvu a dátumu. Zmena hlavičky tabuľky podľa vyznačeného čísla merania.
Otestované: áno, funguje
- 11.6.5. **Vstup:** Zmena vybratého typu merania
Výstup: Obnovenie tabuľky číslo merania podľa zadaného roku, názvu, dátumu a typu merania. Zmena hlavičky tabuľky podľa vyznačeného čísla merania.
Otestované: áno, funguje
- 11.6.6. **Vstup:** Zmena vybratého čísla merania
Výstup: Zmena hlavičky tabuľky podľa vyznačeného čísla merania.
Otestované: áno, funguje
- 11.6.7. **Vstup:** Stlačenie tlačidla Otvoriť
Výstup: Zatvorenie okna a vykreslenie zvoleného merania do grafu
Otestované: áno, funguje
- 11.6.8. **Vstup:** Stlačenie tlačidla Export
Výstup: Otvorenie dialógového okna Export s tabuľkou obsahujúcou meranie s hodnotami:
x,y,sig,current,chamber,kapillar,temperature,cyklus.
Otestované: áno, funguje

11.7. Export merania do csv formátu. Okno Export

- 11.7.1. **Vstup:** Zaškrtnutie/odškrtnutie pol'a v checkboxliste Zahnúť.

- Výstup:** Zobrazenie/nezobrazenie príslušného stĺpca v tabuľke
Otestované: áno, funguje
- 11.7.2. **Vstup:** Zaškrtnutie/odškrtnutie pol'a v checkboxliste Cykly
Výstup: Zobrazenie/nezobrazenie krokov merania s daným číslom cyklu
Otestované: áno, funguje
- 11.7.3. **Vstup:** Zaškrtnutie režimu merania normálne
Výstup: Zobrazenie východzieho zobrazenia tabuľky s príslušnými zobrazenými stĺpcami podľa vybraných polí a cyklov podľa vybraných cyklov.
Otestované: nie, neimplementované
- 11.7.4. **Vstup:** Zaškrtnutie režimu merania suma
Výstup: Zobrazenie dát zo všetkými stĺpcami ako v režime normál okrem stĺpca cyklus a hodnota. A hodnota sig je súčet hodnôt sig z vybraných cyklov
Otestované: nie, neimplementované
- 11.7.5. **Vstup:** Zaškrtnutie režimu merania priemer
Výstup: Zobrazenie dát zo všetkými stĺpcami ako v režime normál okrem stĺpca cyklus a hodnota. A hodnota sig je priemer hodnôt sig z vybraných cyklov.
Otestované: nie, neimplementované
- 11.7.6. **Vstup:** Editácia bunky v tabuľke merania a zmena na hodnotu nesprávneho typu
Výstup: Zobrazenie chybovej správy
Otestované: áno, zobrazuje ale neošetrenú výnimku
- 11.7.7. **Vstup:** Editácia bunky v tabuľke merania so správnym typom
Výstup: Zmena hodnoty v tabuľke
Otestované: áno, funguje
- 11.7.8. **Vstup:** Stlačenie tlačidla export
Výstup: Zobrazenie dialógového okna pre výber cesty uloženia exportu s východzou cestou podľa nastavení aplikácie a východším názvom súboru vo formáte "názov_merania dátum_merania".
Otestované: áno, funguje
- 11.7.9. **Vstup:** Uloženie merania
Výstup: Vytvorenie csv súboru v zadanej ceste. Csv súbor obsahuje stĺpce a riadky zobrazené v tabuľke exportu
Otestované: áno, funguje

11.8. Nastavenie parametrov nového merania.

- 11.8.1. **Vstup:** Stlačenie položky menu Nové meranie.
Výstup: Dialógové okno s nastaveniami nového merania.
Tab Energy Scan
Otestované: áno, funguje
- 11.8.2. **Vstup:** Stlačenie Cancel
Výstup: Dialógové okno sa zatvorí bez ďalšej zmeny
Otestované: áno, funguje

11.9. Meranie Energy Scan. Tab Energy Scan

- 11.9.1. **Vstup:** Spustenie merania s nevyplnenými alebo zle vyplnenými hodnotami.
Výstup: Chybová správa o zlej validácii formulára
Otestované: nie, neimplementované
- 11.9.2. **Vstup:** Spustenie merania s vyplnenými hodnotami pre Energy Scan
Výstup: Zatvorenie okna a spustenie merania typu Energy Scan s nastavenými parametrami
Otestované: nie, neimplementované
- 11.9.3. **Vstup:** Spustenie okna Nové meranie po úspešnom spustení predchádzajúceho merania.
Výstup: Hodnoty pre Energy Scan ostanú vyplnené z posledného merania
Otestované: nie, neimplementované.
- 11.9.4. **Vstup:** Spustenie testovacieho merania. Tlačidlo Test Run
Výstup: Zatvorí okno a spustí meranie typu Energy Scan s nastavenými parametrami bez ukladania do databázy.
Otestované: nie, neimplementované.
- 11.9.5. **Vstup:** Spustenie testovacieho merania. Tlačidlo Test Run. Bez vyplneného názvu merania.
Výstup: Zatvorí okno a spustí meranie s nastavenými parametrami bez ukladania do databázy. Nezobrazí chybu o nevyplnenom názve
Otestované: nie, neimplementované.

11.10. Meranie Mass Scan. Tab Mass Scan

- 11.10.1. **Vstup:** Spustenie merania s nevyplnenými alebo zle vyplnenými hodnotami.

- Výstup:** Chybová správa o zlej validácii formulára
Otestované: nie, neimplementované
- 11.10.2. **Vstup:** Spustenie merania s vyplnenými hodnotami pre Mass Scan
Výstup: Zatvorenie okna a spustenie merania s nastavenými parametrami
Otestované: nie, neimplementované
- 11.10.3. **Vstup:** Spustenie okna Nové meranie po úspešnom spustení predchádzajúceho merania.
Výstup: Hodnoty pre Mass Scan ostanú vyplnené z posledného merania
Otestované: nie, neimplementované.
- 11.10.4. **Vstup:** Spustenie testovacieho merania. Tlačidlo Test Run
Výstup: Zatvorí okno a spustí meranie s nastavenými parametrami bez ukladania do databázy.
Otestované: nie, neimplementované.
- 11.10.5. **Vstup:** Spustenie testovacieho merania. Tlačidlo Test Run. Bez vyplneného názvu merania.
Výstup: Zatvorí okno a spustí meranie typu Mass Scan s nastavenými parametrami bez ukladania do databázy. Nezobrazí chybu o nevyplnenom názve
Otestované: nie, neimplementované.
- 11.11. Meranie 2D Scan. Tab 2D Scan
- 11.11.1. **Vstup:** Spustenie merania s nevyplnenými alebo zle vyplnenými hodnotami.
Výstup: Chybová správa o zlej validácii formulára
Otestované: nie, neimplementované
- 11.11.2. **Vstup:** Spustenie merania s vyplnenými hodnotami pre 2D Scan
Výstup: Zatvorenie okna a spustenie merania typu 2D Scan s nastavenými parametrami
Otestované: nie, neimplementované
- 11.11.3. **Vstup:** Spustenie okna Nové meranie po úspešnom spustení predchádzajúceho merania.
Výstup: Hodnoty pre 2D Scan ostanú vyplnené z posledného merania
Otestované: nie, neimplementované.
- 11.11.4. **Vstup:** Spustenie testovacieho merania. Tlačidlo Test Run
Výstup: Zatvorí okno a spustí meranie typu 2D Scan s nastavenými parametrami bez ukladania do databázy.
Otestované: nie, neimplementované.

- 11.11.5. **Vstup:** Spustenie testovacieho merania. Tlačidlo Test Run.
Bez vyplneného názvu merania.
Výstup: Zatvorí okno a spustí meranie typu 2D Scan s
nastavenými parametrami bez ukladania do databázy.
Nezobrazí chybu o nevyplnenom názve
Otestované: nie, neimplementované.

11.12. Zobrazovanie grafu

- 11.12.1. **Vstup:** Vybratie merania z databázy v okne Load a stlačenie
tlačidla Otvoriť.
Výstup: Zatvorí okno a zobrazí hodnoty merania v grafe v
hlavnom okne.
Otestované: áno, funguje
- 11.12.2. **Vstup:** Stlačenie miesta v grafe myšou
Výstup: Zobrazí zvislý červený kurzor na stlačenom
mieste.
Otestované: áno, funguje
- 11.12.3. **Vstup:** Stlačenie klávesy PageUp pri zobrazenom kurzore grafu
Výstup: Priblíži graf s posunutím na miesto kurzora
Otestované: áno, funguje
- 11.12.4. **Vstup:** Stlačenie klávesy PageDown pri zobrazenom kurzore
grafu
Výstup: Oddiali graf s posunutím na miesto kurzora
Otestované: áno, funguje

12. Požívateľská príručka

12.1 Vizuálne prvky aplikácie

12.1.1 Hlavné okno

12.1.2 Ovládanie merania

12.1.3 Možnosti

(Obr. 12.6.1 - Hlavné okno aplikácie)

12.2 Nové meranie

12.2.1 Nastavenie nového merania

Kliknutím na *File* -> *Nové meranie* sa otvorí nové dialógové okno, ktoré ponúka vyber možnosti na vytvorenie nového merania. Treba zadať povinné textové polia, vybrať si typ merania a podľa neho vyplniť ďalšie textové polia. Na konci už len zvoliť, či sa má vykonať testovacie meranie alebo ozajstné.

12.3 Priebeh aplikácie

12.3.1 Štart merania

Po nastavení Nového merania alebo načítania staršieho merania z databázy sa môže spustiť aplikácia stlačením tlačidla **Štart**.

12.3.2 Zastavenie alebo prerušenie merania

Meranie sa dá zastaviť kedykoľvek počas behu aplikácie tlačidlom **Zastav meranie**. S aplikáciou sa dá ďalej pracovať.

12.3.3 Prepínanie zobrazení

Meranie sa dá vizualizovať v troch rôznych režimoch:

12.3.3.1 Režim sum

- zobrazí súčet všetkých y pre všetky cykly

12.3.3.2 Režim avg

- zobrazí priemer všetkých y pre všetky cykly

12.3.3.3 Režim normal

- zobrazí aktuálne meraný cyklus meraní

12.3.4 Export merania

Tlačidlom *Export merania* sa dá aktuálne meranie uložiť do databázy. Je potrebné mať správne nastavené parametre v *Nastavenia* -> *Databáza* a pripojenie na internet.

12.4 Modifikácia nastavení

V hlavnom menu sa nachádza pole *Nastavenia*. Po kliknutí naň sa zobrazí nové dialógové okno.

12.4.1 Databáza

Dajú sa nastaviť základné parametre, ktoré sú následne použité pri komunikácii so serverom.

- **Host:** kempelen.ii.fmph.uniba.sk
- **User name:** aparatura
- **Password:** (z bezpečnostných dôvodov neuvádzame)
- **Database:** aparatura
- **Port:** 3306

12.4.2 Zariadenia

Dajú sa nastavovať základné parametre pre komunikáciu s nástrojmi.

| Nástroj | Keithley 2000 Voltmeter | Keithley 2000 Ampérmeter | QMS | TPG256A tlakomer | PR4000 tlakomer kapilary | ECO 24 teplomer |
|-------------|-------------------------|--------------------------|------|------------------|--------------------------|-----------------|
| Názov portu | COM3 | COM4 | COM5 | COM7 | COM6 | COM8 |
| Frekvencia | - | - | - | 2 | 2 | 2 |

| | | | | | | |
|----------------|---|---|---|---|---|---|
| merania | | | | | | |
| Kanál | - | - | - | 1 | - | - |

12.4.3 Export

Dá sa zvoliť predvolaná cesta na lokálny export meraní.

12.5 Práca s databázou

12.5.1 Komunikácia

Databáza potrebuje mať správne nastavené komunikačné parametre (pozri 12.4.1).

12.5.2 Výber merania z databázy

V menu, po kliknutí na tlačilo *Načítať meranie* sa zobrazí nové dialógové okno (Obr. 12.6.2), v ktorom sa zobrazia merania uložené v databáze.

12.5.2.1 Filtrovanie databázy

Sú zobrazované podľa Roku, Názvu, Dátumu, Typu merania a Číslo merania.

12.5.2.2 Otvorenie merania z databázy

Zvoľte si meranie, ktoré chcete načítať, kliknite na tlačilo *Otvoriť* a v grafickom okne sa Vám zobrazí daný záznam merania.

12.5.3 Export merania z databázy

12.5.3.1 Ako na to

V menu vyberte tlačilo Načítať meranie, vyberte meranie, ktoré chcete exportovať a stlačte tlačilo Exportovať.

Zobrazí sa kompletná tabuľka meraných hodnôt, kde si môžete zvoliť, aké všetky hodnoty, ktoré cykly merania a aký typ zobrazenia chcete exportovať.

Ak je potrebné konkrétny nameraný údaj zmeniť kvôli jeho nepresnosti, jednotlivé bunky tabuľky sa dajú editovať.

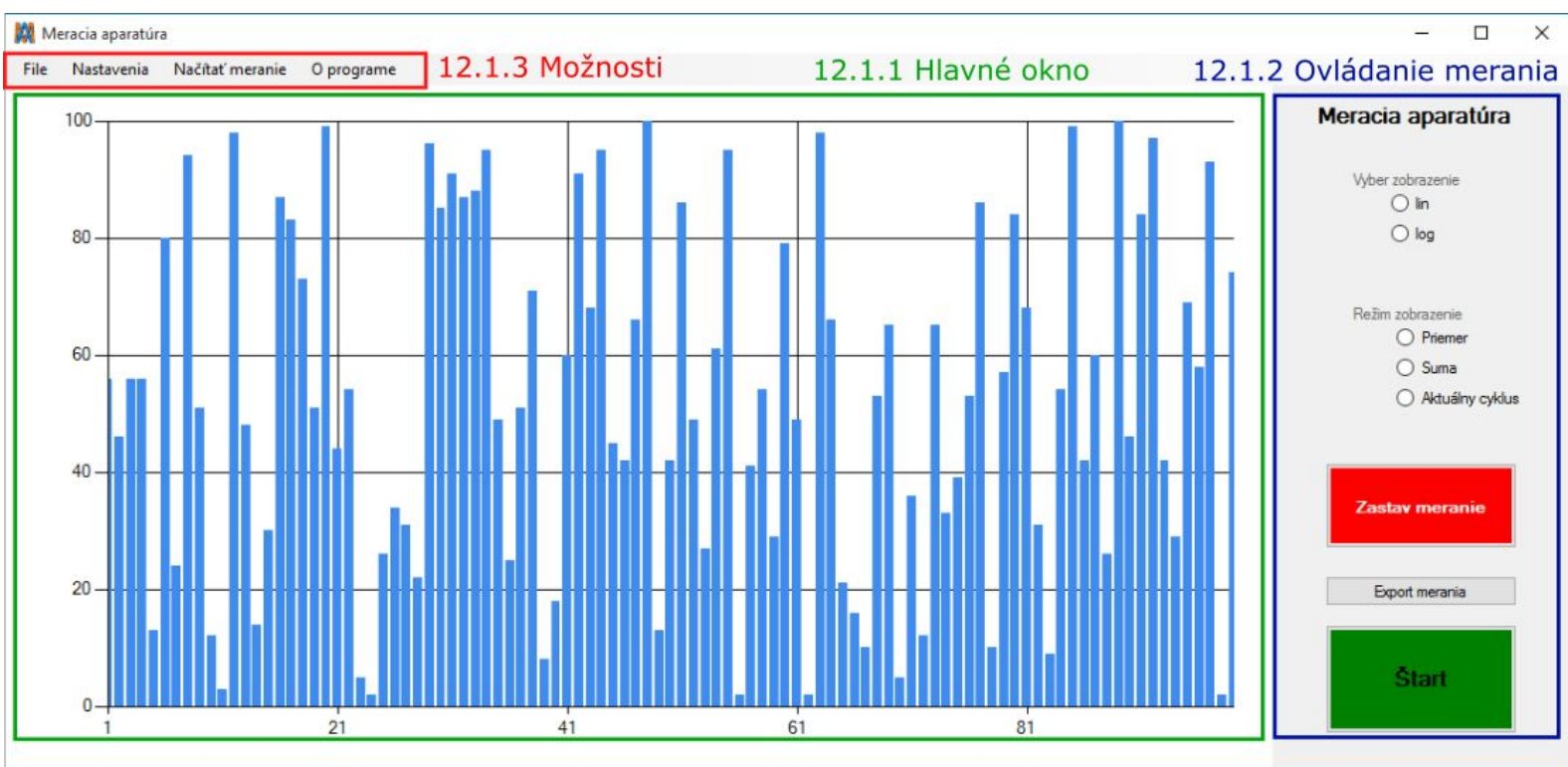
Tlačidlom Export sa otvorí dialógové okno, kde si môžete zvoliť cestu v systéme, kam chcete dáta exportovať.

12.5.3.2 Typ exportovaného súboru

Uložiteľný výstup aplikácie je typu CSV.

12.6 Obrázková príloha

12.6.1 Hlavné okno aplikácie



12.6.2 Načítať meranie

| rok | nazov | datum | typ | cislo_merania |
|------|-------|--------|-------------|---------------|
| 2014 | M100 | 14.Dec | Energy Scan | 1 |
| 2015 | M200 | | Mass Scan | |
| | M300 | | | |
| | M400 | | | |

12.5.2.1 Filtrovanie databázy

12.5.3 Export merania z databázy

12.5.2.2 Otvorenie merania z databázy

Hlavička merania

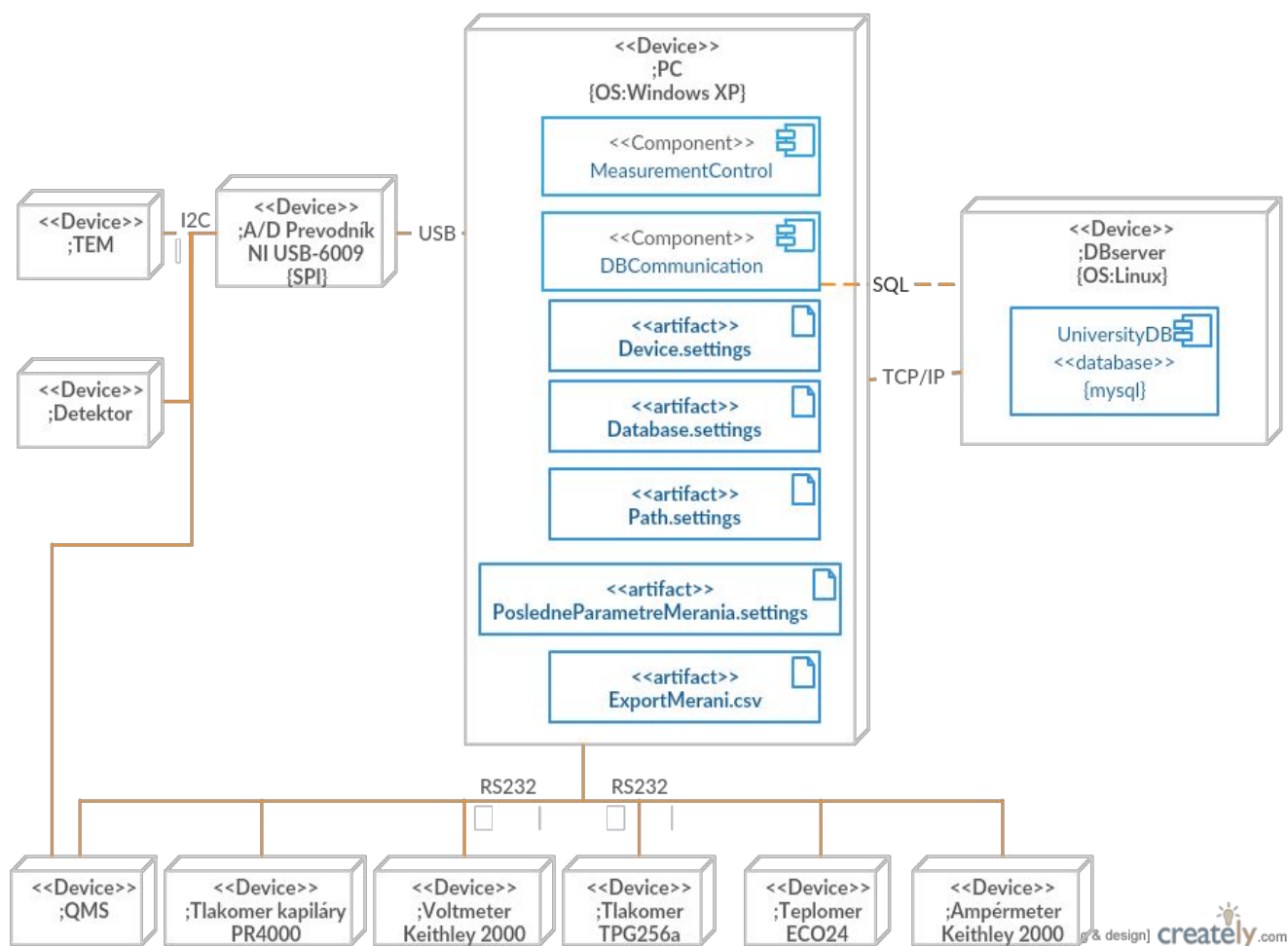
| | | | |
|--------------|--------------------|--------------|-----|
| Názov | M100 | start point | 2 |
| | | end point | 10 |
| Dátum | 14.12.2015 1:24:39 | constant | 5,6 |
| | | resolution | 1,5 |
| Počet cyklov | 2 | step time | 2 |
| | | počet krokov | ff |

poznámka

Otvoriť

Export...

13. Deployment diagram



14. Záver

Týmto dokumentom sme sa snažili navrhnuť a do reality previesť zefektívnenie doterajšej práce nášho zadávateľa. Aplikácia Meracia Aparatúra má za cieľ prepojiť prácu viacerých systémov do jedného celku tak, aby výsledok jednoduchý a efektívny na používanie. Myslíme si, že sa nám to podarilo. Popri tom sme získali predstavu o tom, čo to znamená pracovať v kolektíve a ako priložiť ruku k dielu pri participácii na takomto diele.