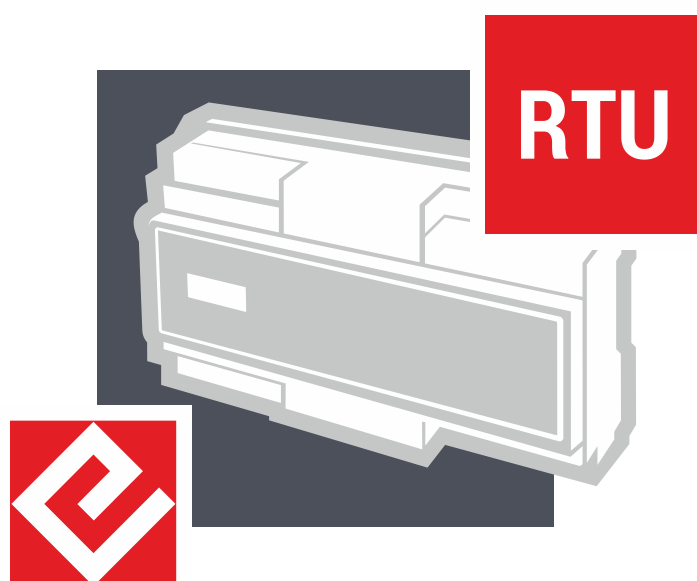


# Uživatelská příručka k distribuované měřicí jednotce (DMU) V-dip ready



T A  
Č R

Tento projekt je spolufinancován se státní podporou Technologické agentury ČR v rámci Programu THÉTA.

[www.tacr.cz](http://www.tacr.cz)

*Výzkum užitečný pro společnost.*

Číslo projektu: TK01020107

Název projektu: Vývoj systému pro lokalizaci nesymetrických poruch V-dip



## OBSAH

1. Úvod.....	3
2. Popis DMU V-dip ready .....	3
3. Popis požadavků na monitory MZSN a MZSP.....	4
3.1. Monitor MZSN .....	4
3.1.1. Popis funkce .....	5
3.1.2. Příklad uživatelského rozhraní Vdip MZSN .....	9
3.2. Monitor MZSP .....	10
3.2.1. Popis funkce .....	11
3.2.2. Příklad uživatelského rozhraní Vdip MZSP .....	14
1. Prototyp DMU V-dip ready.....	15
1.1. Karta PQM-A 9kHz s podporou V-dip.....	15
1.2. Šasi RTU7M se sběrnici .....	16
1.3. Napájecí zdroj.....	16
1.4. Komunikační karta a firmware .....	17
1.5. Detekce poruch v síti (pro MZSP).....	17
2. Způsob konfigurace MZSN a MZSP.....	17
2.1. Parametrizační SW RTU, výchozí parametry.....	17
2.2. Parametrizační SW PQM-A, výchozí parametry.....	18
3. Základní schéma aplikačního zapojení .....	19
4. Výsledky testů prototypu .....	20
5. Přílohy.....	21

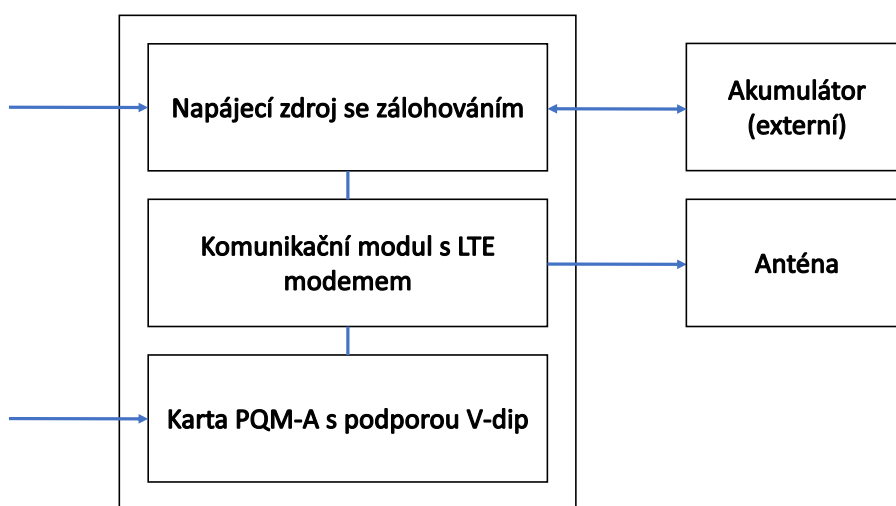


## 1. ÚVOD

Tato příručka popisuje sestavu distribuované měřicí jednotky, která je plně kompatibilní se systémem pro lokalizaci nesymetrických poruch (V-dip) v distribučních soustavách vysokého napětí a naplňuje požadavky na monitory změny zpětné složky dle patentu EP2940483 a 305209. Zařízení je dále vybaveno funkcí analyzátoru kvality elektřiny třídy A s možností měření signálů až do frekvence 9 kHz a dalšími pomocnými funkcemi reflektující potřeby provozovatelů distribučních soustav.

## 2. POPIS DMU V-DIP READY

Pro účely aplikace metody V-dip je nutné zajistit lokální zpracování a spolehlivý přenos časově zařazených informací z místa měření do centrální jednotky s využitím dostupných komunikačních technologií a standardních protokolů. Efektivním řešením je integrace specifických HW a SW modulů do osvědčené řady RTU ELVAC při využití maxima komponent z existující platformy. Distribuovaná měřicí jednotka s parametry a funkcemi vyhovujícími požadavkům na monitory MZSN a MZSP (dle kapitoly 3) je měřicím zařízením s navazující komunikační a napájecí částí dle blokového schématu uvedeného na obr. 2.1.



Obr. č. 2.1: Blokové schéma DMU V-dip ready

Aktuální implementace DMU V-dip je postavena na bázi modulárního konceptu osvědčené řady jednotek RTU7M společnosti ELVAC. Mechanická konstrukce šasi se sběrnici, napájecí zdroje a komunikační moduly tedy vychází ze standardní produktové řady, byly však v některých technických detailech rozšířeny a doplněny o nový firmware, který podporuje právě požadované zpracování a přenosy dat pro technologii V-dip. Klíčovou komponentou, která kromě příslušného přizpůsobení základu RTU7M dovoluje sestavit konfiguraci odpovídající DMU V-dip ready, je speciálně pro tento účel vyvinutá „karta PQM-A 9kHz s podporou V-dip“ (viz. kap. 5.1). Šasi se sběrnici RTU7M a způsob propojení karet s řídicím systémem umožňuje současný provoz dvou či více těchto měřicích karet v jednom systému (vyšší počet pozic podle potřeby). V jedné sestavě tak lze současně provozovat několik jednotek MZSN nebo MZSP (pro více vývodů či transformátorů napájených ze samostatných



úseků vedení), čímž dojde k úspoře prostředků i místa (postačí jediný zdroj, komunikační karta a šasi se sběrníci).

Významnou výhodou použitého řešení je skutečnost, že základ DMU V-dip je stále plně kompatibilní s dalšími komponentami a SW pro řadu RTU7M, což nabízí stávajícím i novým uživatelům produktů z této řady snadné rozšíření jejich (v některých případech i stávajících) telemetrických jednotek o podporu technologie V-dip – postačí pouze zajistit kartu PQM-A a nový firmware.

### 3. POPIS POŽADAVKŮ NA MONITORY MZSN A MZSP

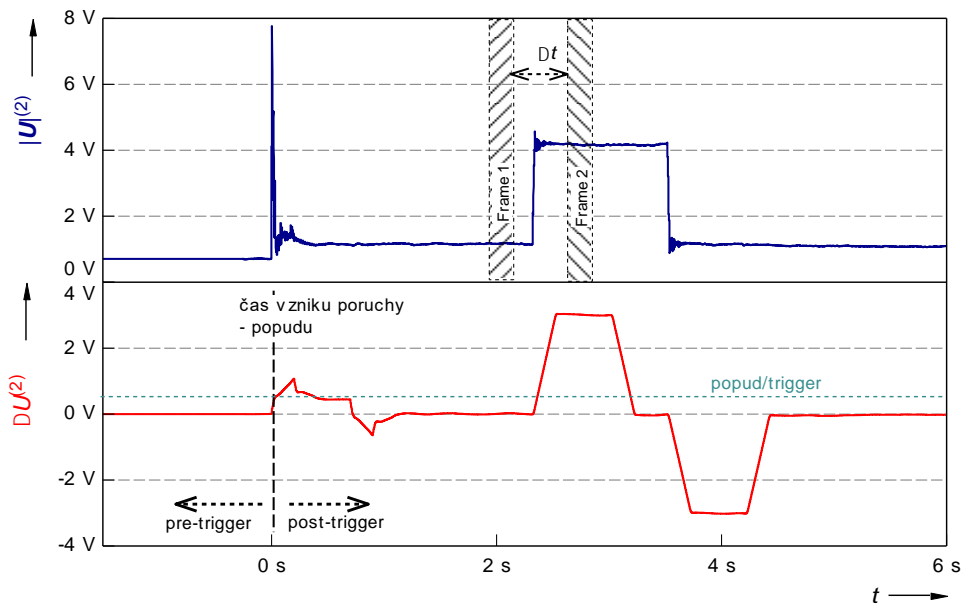
Požadavky na MZSN a MZSP nezbytné pro funkci systému Vdip jsou spolu s popisem funkce stručně shrnuty v kapitole 3.1 a 3.2.

#### 3.1. MONITOR MZSN

Monitor změny zpětné složky napětí MZSN je vybaven třemi napěťovými a třemi proudovými vstupy, které měří okamžité hodnoty fázových napětí  $u_1, u_2, u_3$  a proudů  $i_1, i_2, i_3$  na sekundární straně distribučního transformátoru VN/NN jak je naznačeno na obrázku 3.1. Z těchto okamžitých hodnot napětí a proudů se průběžně počítá fázor zpětné složky napětí  $\bar{U}^{(2)}$  a proudu  $\bar{I}^{(2)}$  systémové frekvence (zvolený algoritmus musí být necitlivý na zbylé, v síti se běžně vyskytující, frekvenční složky např. HDO). Příklad absolutní hodnoty zpětné složky napětí reálného zemního spojení je zobrazen na Obr. 3.1, kde čas 0 s odpovídá času vzniku poruchy a v čase 2 až 4 s byl připnut pomocný odpor  $R_p$ .

Následně jsou z fázoru zpětné složky napětí  $\bar{U}^{(2)}$  počítány jeho průměrné referenční hodnoty ve dvou časových oknech  $F1$  a  $F2$  ( $U^{(2)}_{Re F1}, U^{(2)}_{Im F1}, U^{(2)}_{Re F2}, U^{(2)}_{Im F2}$ ), kde jsou okna vůči sobě posunuta o časový interval  $\Delta t$ , přičemž je velikost časových oken  $F1$  a  $F2$  stejně jako časový interval  $\Delta t$  uživatelsky volitelná s ohledem na provozní podmínky monitorované soustavy (doby připnutí pomocného odporu či předpokládané doby trvání poruchy/zkratu). V představeném příkladu na obrázku 3.1 je pomocný odpor připínán na dobu 1 s, velikost časových oken je deset period systémové frekvence a časový interval  $\Delta t = 0,5$  s.





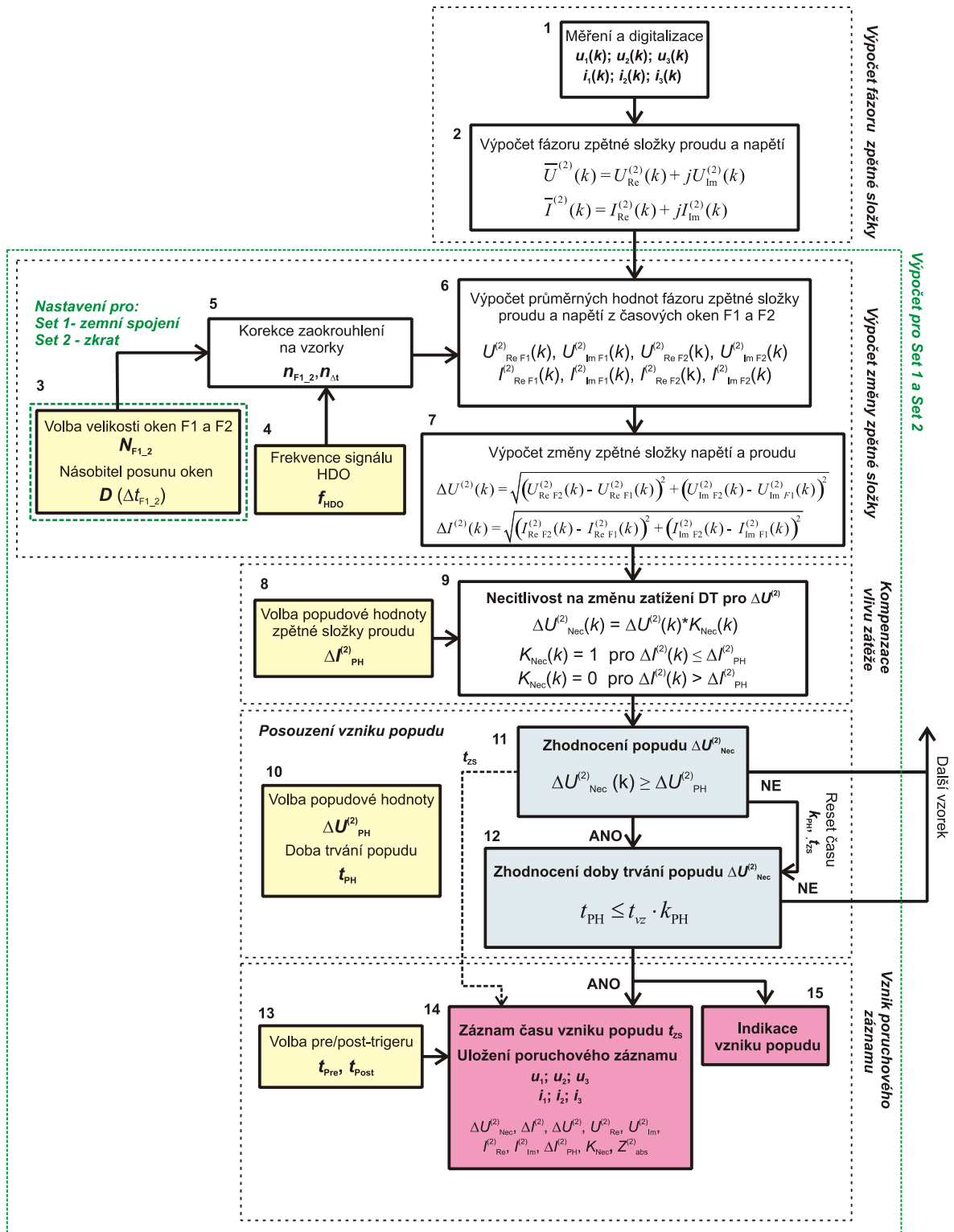
Obr. č. 3.1: Příklad průběhu vypočtené zpětné složky napětí a změny zpětné složky napětí monitorem MZSN pro reálné ZS

V dalším kroku je průběžně počítán modul změny fázoru zpětné složky napětí  $\Delta U^{(2)}$  (dále jen změna zpětné složky napětí resp. proudu  $\Delta I^{(2)}$ ), která je dána rozdílem vypočtených referenčních hodnot fázorů zpětné složky napětí obou časových oken F1 a F2. Příklad průběhu této změny je uveden rovněž na obrázku 3.1. Právě tato změna zpětné složky napětí je kontinuálně monitorována v místě instalace MZSN. V okamžiku, kdy jsou splněny popudové podmínky, dojde k uložení poruchového záznamu do paměti včetně potřebného (přednastaveného) pre-triggeru a post-triggeru. Pro eliminaci negativního vlivu změny zatížení u daného DT je využito znečitlivění  $\Delta U^{(2)}$  na základě změny zpětné složky proudu  $\Delta I^{(2)}$ . Průběh  $\Delta I^{(2)}$  je vypočten z okamžitých hodnot fázových proudů identickým postupem jako  $\Delta U^{(2)}$ .

### 3.1.1. POPIS FUNKCE

Vlastní funkční princip MZSN je stručně popsán s využitím vývojového diagramu zobrazeného na Obr. 3.2, detailní popis je pak uveden v technické zprávě (Popis funkce pro návrh FW řešení MZSN a MZSP). Tento vývojový diagram definuje postup výpočtu jednotlivých vzorků změny zpětné složky napětí a vyhodnocení její popudové hodnoty na základě vstupních, uživatelsky definovaných, proměnných. Popis jednotlivých částí vývojového diagramu je stručně popsán v popisu jednotlivých bloků níže.





Obr. č. 3.2: Zjednodušený vývojový diagram popisující funkci jednotky MZSN

**Blok 1:**

Měření a digitalizace okamžitých hodnot fázových napětí a proudů v jednotlivých fázích L1, L2 a L3.



### **Blok 2:**

V rámci tohoto bloku jsou estimovány fázory zpětné složky proudu  $\bar{I}^{(2)}(k)$  a napětí  $\bar{U}^{(2)}(k)$ .

### **Výpočet pro Set 1 a Set 2**

Další kroky výpočtu viz. bloky 3 až 14 (Obr. 3.2), jsou **prováděny pro dvě sady vstupních dat paralelně**. První sada vstupních dat je určena pro citlivou detekci zemních spojení (Set 1) a druhá sada dat je určena pro detekci zkratů (Set 2). Nastavení obou sad vstupních dat je popsáno v tabulce 3.1.

Absolutní hodnota změny zpětné složky napětí  $\Delta U^{(2)}$  a proudu  $\Delta I^{(2)}$ , se vypočte za pomoci průměrných hodnot v referenčních oknech F1 a F2 dle postupu uvedeného v blocích 3 až 7.

### **Blok 3:**

Definice vstupních proměnných pro realizaci výpočtu referenčních hodnot časových oken F1 a F2.

$N_{F1\_2}$  - počet period základní harmonické pro výpočet referenční hodnoty (průměrné hodnoty fázoru zpětné složky napětí) okna F1 a F2; definuje počet vzorků, ze kterých se počítají referenční hodnoty (korekce počtu vzorků viz blok 5).

$D$  - násobitel posunu oken pro výpočet změny zpětné složky napětí; definuje časový odstup okna F1 a F2 pro výpočet změny zpětné složky napětí (korekce počtu vzorků viz blok 5)

### **Blok 5:**

Jedním z možných způsobů jak potlačit prosakování signálu HDO do výpočtu změn zpětných složek je provedení korekce/zaokrouhlení počtu vzorků v okně F1/F2  $n_{F1\_2}$  a v odstupu těchto oken  $n_{\Delta t}$  resp. intervalu  $\Delta t_{F1\_2}$ .

### **Blok 6:**

Provede se výpočet průměrných (referenčních) hodnot fázoru změny zpětné složky napětí a proudu v oknech F1 a F2.

### **Blok 7:**

Výpočet modulu fázoru změny zpětné složky napětí  $\Delta U^{(2)}$  a proudu  $\Delta I^{(2)}$  z vypočtených referenčních hodnot oken F1 a F2.

### **Blok 8:**

Definice vstupní proměnné  $\Delta I_{PH}^{(2)}$ .

$\Delta I_{PH}^{(2)}$  - prahová hodnota změny zpětné složky napětí pro určení citlivostní konstanty  $K_{Nec}$

### **Blok 9:**



Určení změny zpětné složky napětí necitlivé na změnu zatížení distribučního transformátoru  $\Delta U_{Nec}^{(2)}$ .

**Blok 10:**

Definování vstupní proměnné pro nastavení podmínky pro posouzení vzniku popudu (určení času poruchy a záznam změny zpětné složky napětí).

$\Delta U_{PH}^{(2)}$  - prahová hodnota pro záznam změny zpětné složky napětí tj. RMS hodnota znečitlivělé změny zpětné složky napětí  $\Delta U_{Nec}^{(2)}$ , která musí být kontinuálně překročena po čas  $t_{PH}$ , aby došlo ke vzniku popudu.

$t_{PH}$  - doba trvání popudu tj. doba definující minimální čas překročení prahové hodnoty  $\Delta U_{PH}^{(2)}$  pro zjištění času poruchy a uložení záznamu.

**Blok 11 a 12:**

V rámci bloku 11 je prováděno vyhodnocení podmínky překročení prahové hodnoty znečitlivělé změny zpětné složky napětí, která je definována rovnicí níže.

$$\Delta U_{PH}^{(2)} \leq \Delta U_{Nec}^{(2)}(k) \tag{3.1.1.1}$$

**Blok 13:**

Definování vstupních proměnných pro nastavení velikosti poruchového záznamu:

$t_{Pre}$  - je doba pre-triggeru pro uložení poruchového záznamu změny zpětné složky napětí.

$t_{Post}$  - je doba post-triggeru pro uložení poruchového záznamu změny zpětné složky napětí.

**Blok 14:**

V tomto bloku se provede uložení hodnoty času vzniku poruchy  $t_{ZS}$  a poruchového záznamu obsahující tyto proměnné:

$$\Delta U_{Nec}^{(2)}, \Delta I^{(2)}, \Delta U^{(2)}, U_{Re}^{(2)}, U_{Im}^{(2)}, I_{Re}^{(2)}, I_{Im}^{(2)}, \Delta I_{PH}^{(2)}, K_{Nec}, Z_{abs}$$

Tab. 3.1: Tabulka vstupních proměnných pro nastavení jednotky MZSN

vstupní proměnná	jednotka	min. hodnota	max. hodnota	krok	Základní nastavení ZS	Základní nastavení Zkrat
<sup>*)</sup> $N_{F1\_2}$	[per]	1,5	4,5	1,5	3	1,5





$D$	[-]	2	10(8)	1	6	2
$\Delta I_{PH}^{(2)}$	[A]	1	500	1	6	30
$\Delta U_{PH}^{(2)}$	[V]	0,1	30	0,05	0,2	18
$t_{PH}$	[s]	0,005	1(0,5)	0,005	0,355	0,055
$t_{Pre}$	[s]	0,1	5(3)	0,1	3	1
$t_{Post}$	[s]	0,1	5(4)	0,1	4	1

\*) Velikost okna musí být možné nastavit jen na násobky 1,5 periody (filtr HDO)

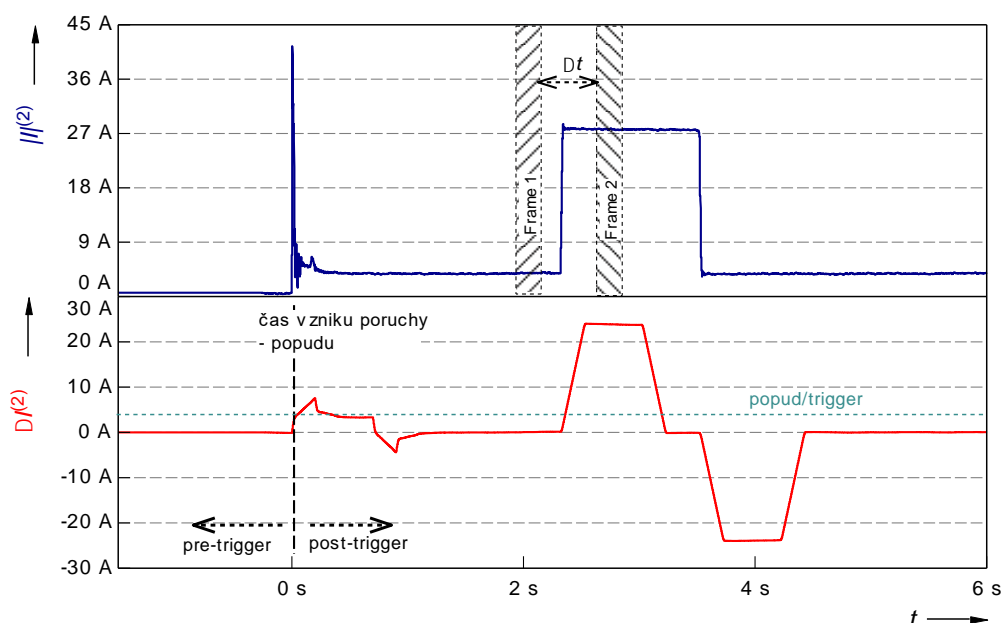
### 3.1.2. PŘÍKLAD UŽIVATELSKÉHO ROZHRAŇÍ VDIIP MZSN

Obr. č. 3.3 Příklad uživatelského rozhraní DMU Vdip - MZSN



### 3.2. MONITOR MZSP

Monitor změny zpětné složky proudu MZSP je vybaven třemi proudovými vstupy, které měří přes proudové převodníky okamžité hodnoty odběrových proudů  $i_1, i_2, i_3$  na sekundární straně napájecího transformátoru VVN/VN. Z těchto okamžitých hodnot se průběžně počítá fázor zpětné složky proudu  $\vec{I}^{(2)}$ , jehož absolutní hodnota je pro příklad reálného zemního spojení zobrazena na Obr. 3.3, kde čas 0 s odpovídá vzniku poruchy a v období 2 až 4 s byl připnut pomocný odporník  $R_p$ . Následně jsou z tohoto průběhu zpětné složky proudu kontinuálně počítány referenční hodnoty ve dvou časových oknech F1 a F2. Okna F1 a F2 jsou vzájemně posunuta o časový interval  $\Delta t$ , který lze stejně jako velikost časových oken F1 a F2 uživatelsky volit s ohledem na provozní podmínky monitorované soustavy a dobu připnutí pomocného odporníku  $R_p$ . V představeném příkladě je velikost časových oken deset period základní harmonické a časový interval  $\Delta t = 0,5$  s.



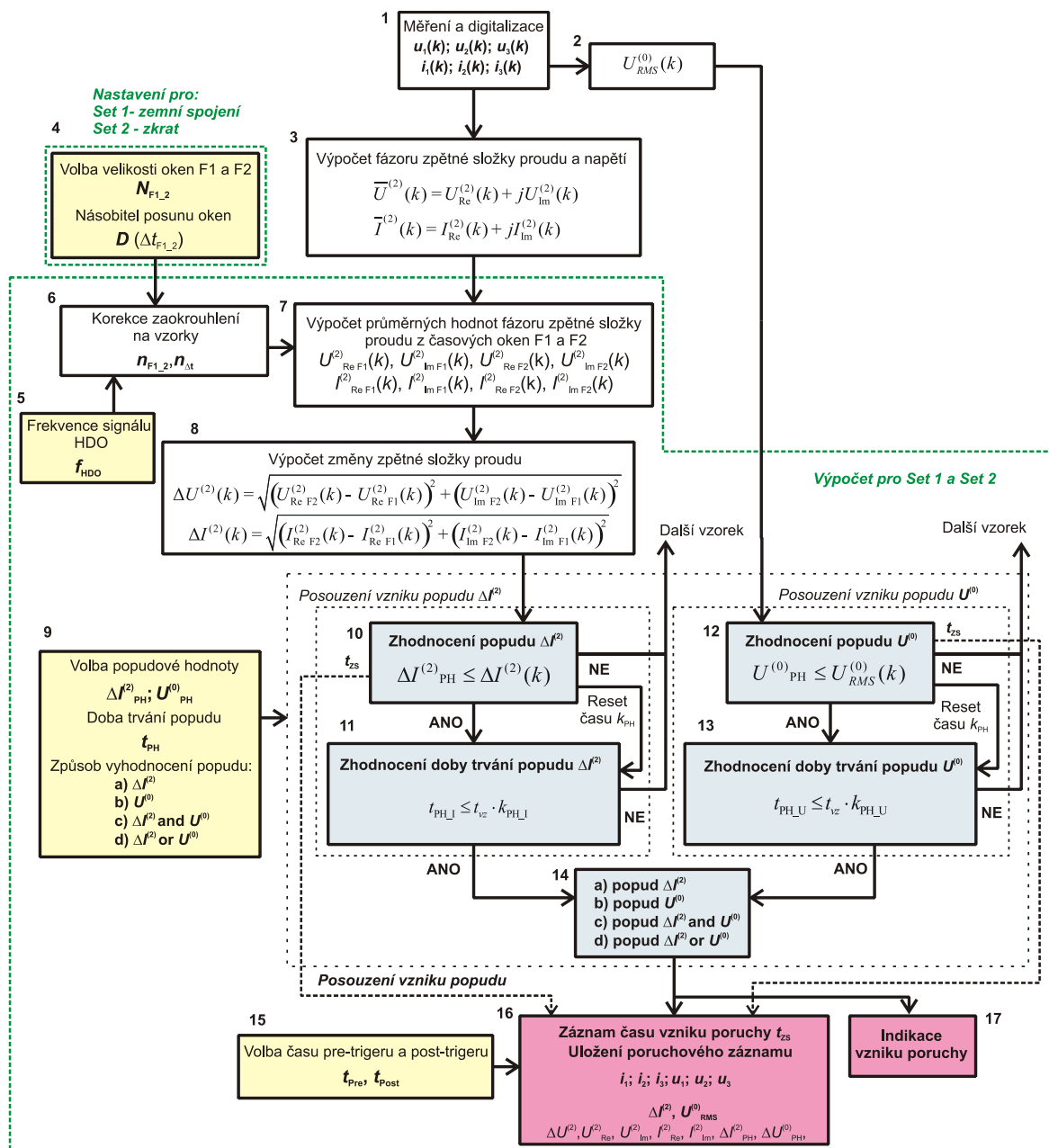
Obr. č. 3.3: Příklad průběhu vypočtené zpětné složky proudu monitorem MZSP během ZS

Dále je průběžně počítána změna zpětné složky proudu  $\Delta I^{(2)}$ , která je dána rozdílem vypočtených referenčních hodnot fázoru zpětné složky proudu obou časových oken F1 a F2. Tato změna zpětné složky proudu je kontinuálně monitorována v místě instalace MZSP. V okamžiku, kdy dojde k překročení popudové hodnoty změny zpětné složky proudu (popud/trigger) (případně splnění další podmínky popudu vycházející z měření netočivé složky napětí), dojde k uložení poruchového záznamu změny netočivé složky proudu do paměti včetně potřebného (přednastaveného) pre-triggeru a post-triggeru.

Jednotka MZSP je rovněž vybavena i třemi napěťovými vstupy pro monitoring efektivní hodnoty netočivé složky napětí a zpětné složky napětí. Přičemž netočivá složka napětí je využita pro posouzení vzniku popudu a zpětná složka napětí je využita pro výpočet zpětné impedance nadřazené soustavy.

### 3.2.1. POPIS FUNKCE

Jelikož musí být metodika výpočtu zpětné složky napětí a proudu jednotlivými monitory identická pro zachování korektní funkce metody Vdip, je vlastní funkční princip jednotky MZSP z pohledu výpočtu zpětné složky shodný s principem popsáním u jednotky MZSN v kapitole 3.1. Tento funkční princip vedoucí k indikaci vzniku poruchy a následnému pořízení poruchového záznamu je v této kapitole popsán s využitím zjednodušeného vývojového diagramu zobrazeného na Obr 3.4, detailní popis je pak uveden v technické zprávě (Popis funkce pro návrh FW řešení MZSN a MZSP).



Obr. č. 3.4 Zjednodušený vývojový diagram popisující funkci jednotky MZSP

#### Blok 1:



Měření a digitalizace okamžitých hodnot sekundárních proudů a napětí v jednotlivých fázích L1, L2 a L3.

### **Blok 2:**

Výpočet efektivní hodnoty  $U_{RMS}^{(0)}(k)$  netočivé složky napětí, přičemž platí pro okamžitou hodnotu netočivé složky.

### **Blok 3**

V rámci tohoto bloku jsou počítány jednotlivé vzorky fázorů zpětné složky proudu a napětí.

### **Výpočet pro nastavení Set 1 a Set 2**

Další kroky výpočtu bloky 9 až 20, jsou **prováděny pro dvě sady vstupních dat paralelně**. První sada vstupní sad je určena pro citlivou detekci zemních spojení (Set 1) a druhá sada dat je určena pro detekci zkratů (Set 2). Možnosti nastavení vstupních parametrů obou sad je shrnuto v tabulce 3.2.

### **Blok 4 až 8 je identický s postupem uvedeným v kapitole 3.1**

### **Blok 9:**

V rámci tohoto bloku jsou definovány vstupní proměnné pro nastavení podmínky popudu pro záznam změny zpětné složky proudu a stanovení času vzniku poruchy.

$\Delta I^{(2)}_{PH}$  - prahová hodnota pro záznam změny zpětné složky proudu tj. RMS hodnota změny zpětné složky proudu, která musí být překročena po čas  $t_{PH_I}$ , aby došlo ke splnění podmínky pro uložení záznamu dle kritéria  $\Delta I^{(2)}$ .

$U^{(0)}_{PH\%}$  - prahová hodnota pro záznam změny zpětné složky proudu. Je to procentní hodnota netočivé složky napětí, která musí být překročena po čas  $t_{PH_U}$ , aby došlo ke splnění podmínky pro uložení záznamu dle kritéria  $U^{(0)}$ .

$t_{PH}$  - doba trvání popudu tj. doba definující minimální čas překročení prahové hodnoty  $\Delta I^{(2)}_{PH}$  a/nebo  $U^{(0)}_{PH}$  pro vznik popudu dle kritéria  $\Delta I^{(2)}$  a/nebo  $U^{(0)}$ .

Popud - definování způsobu vyhodnocení popudu:

$\Delta I^{(2)}$  - vyhodnocení popudu pouze na základě kritéria posouzení změny zpětné složky proudu,

$U^{(0)}$  - vyhodnocení popudu pouze na základě kritéria posouzení netočivé složky napětí,

$\Delta I^{(2)}$  and  $U^{(0)}$  - vyhodnocení popudu na základě kritéria současného splnění obou podmínek: změny zpětné složky proudu a netočivé složky napětí,

$\Delta I^{(2)}$  or  $U^{(0)}$  - vyhodnocení popudu na základě kritéria splnění jedné či obou podmínek  $\Delta I^{(2)}$  nebo  $U^{(0)}$ .



**Blok 10 a 11:**

Vyhodnocení podmínky překročení prahové hodnoty změny zpětné složky proudu.

**Blok 12 a 13:**

V rámci bloku 12 je prováděno vyhodnocení podmínky překročení prahové hodnoty netočivé složky napětí  $U^{(0)}_{PH}$ .

**Blok 14:**

Tento blok definuje způsob stanovení času vzniku poruchy  $t_{ZS}$  na základě uživatelsky zvoleného způsobu vyhodnocení popudu dle kritéria  $\Delta I^{(2)}$ ,  $U^{(0)}$ ,  $\Delta I^{(2)}$  and  $U^{(0)}$  a  $\Delta I^{(2)}$  or  $U^{(0)}$ .

**Blok 15:**

V rámci tohoto bloku jsou definovány vstupní proměnné pro nastavení velikosti poruchového záznamu:

$t_{Pre}$  - je doba pre-triggeru pro uložení poruchového záznamu změny zpětné složky proudu. Možnost nastavení této hodnoty je v rozsahu hodnot 0,5 až 5 s (základní nastavení je 3 s).

$t_{Post}$  - je doba post-triggeru pro uložení poruchového záznamu změny zpětné složky proudu. Možnost nastavení této hodnoty je v rozsahu hodnot 0,5 až 5 s (základní nastavení je 4 s).

**Blok 16:**

V tomto bloku se provede uložení hodnoty času vzniku poruchy  $t_{ZS}$  a poruchového záznamu obsahujícího tyto proměnné:

$$\Delta I^{(2)}, U^{(0)}_{RMS}, \Delta U^{(2)}, U^{(2)}_{Re}, U^{(2)}_{Im}, I^{(2)}_{Re}, I^{(2)}_{Im}, \Delta I^{(2)}_{PH}, U^{(0)}_{PH}.$$

Tab. 3.2: Tabulka vstupních proměnných pro nastavení jednotky MZSP

vstupní proměnná	jednotka	min. hodnota	max. hodnota	krok	Základní nastavení ZS	Základní nastavení Zkrat
$^*)N_{F1\_2}$	[per]	1,5	4,5	1,5	3	1,5
$D$	[-]	2	10(8)	1	6	2
$\Delta I^{(2)}_{PH}$	[A]	1	500	1	2	30
$U^{(0)}_{PH}$	[%]	1	100	1	20	-
Popud	-	-	-	-	dI2&U0	dI2



$t_{PH}$	[s]	0,005	1(0,5)	0,005	0,355	0,055
$t_{Pre}$	[s]	0,1	5(3)	0,1	3	1
$t_{Post}$	[s]	0,1	5(4)	0,1	4	1

\*) Velikost okna musí být možné nastavit jen na násobky 1,5 periody (filtr HDO)

### 3.2.2. PŘÍKLAD UŽIVATELSKÉHO ROZHRAŇÍ VDIP MZSP

Obr. č. 3.5 Příklad uživatelského rozhraní DMU Vdip - MZSP



## 1. PROTOTYP DMU V-DIP READY

Prototypem DMU V-dip ready, na kterém byla ověřena funkce metody V-dip, je míněna konkrétní vzorová konfigurace sestavy RTU7M obsahující všechny potřebné HW a SW komponenty pro splnění definovaných požadavků. Blokové schéma sestavy odpovídá obrázku 2.1 (kap. 2), pohled na čelní panel prototypové konfigurace je uveden na obrázku níže.



Obr. č. 5.1: Prototypová sestava DMU V-dip ready

V následujících podkapitolách jsou stručně popsány klíčové komponenty spolu s odkazy na podrobnější technickou dokumentaci.

### 1.1. Karta PQM-A 9kHz s podporou V-dip

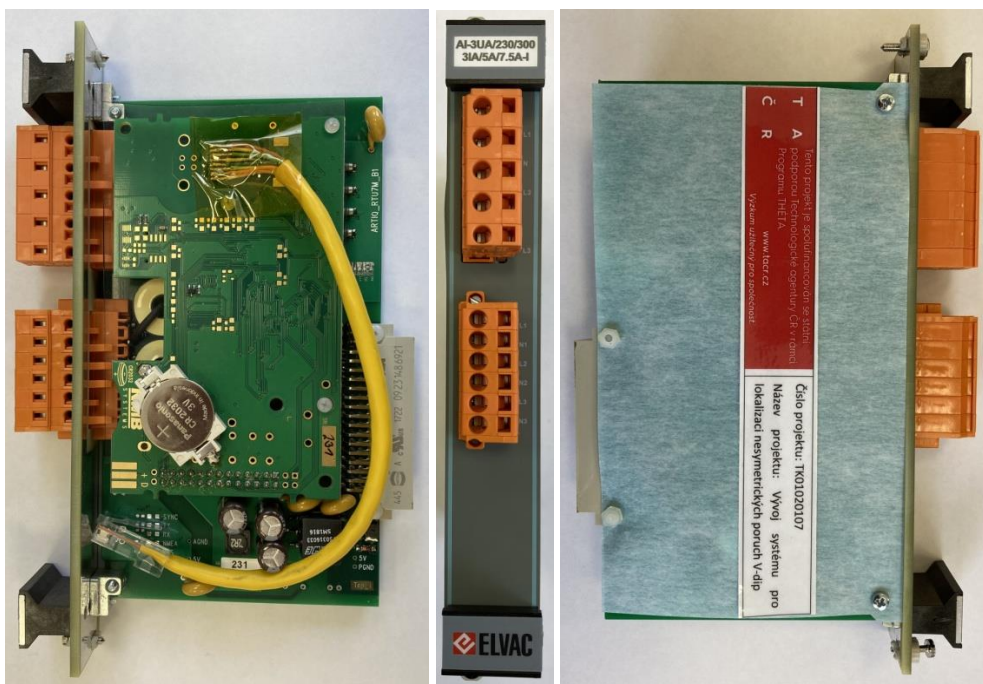
Pro zajištění metodou V-dip požadovaných parametrů a funkcí byla vyvinuta nová měřicí karta pro RTU7M s výrazně vylepšenými parametry – cílem bylo zejména dosažení vyšší třídy přesnosti U, I, P, Q a EE, dle standardů kladených na analyzátor kvality třídy A (PQM-A), a to včetně kompletní podpory funkcí analyzátoru. K dispozici je také větší kmitočtový rozsah, aby nová karta umožnila měření supra-harmonických signálů alespoň do kmitočtu 9 kHz. Skloubením požadavků vznikla multifunkční komponenta, která dovoluje uživatelům aktivaci vícero funkcí v jednom systému bez nutnosti pořizovat několik samostatných přístrojů.

Karta je standardně konfigurována pro měření 3 napěťových a 3 proudových vstupů. Pro potřeby integrace V-dip funkcí do RTU je doplněna o komunikační rozhraní fast Ethernet, a také rychlé komunikační rozhraní interní sběrnice. Karta podporuje přesnou časovou synchronizaci z přijímače GPS umístěného ve sběrnici RTU, a to až na úroveň přiřazení synchronizačního impulsu k měřeným





vzorkům, což po doplnění příslušné funkce do firmware umožní získávat z karty informace o synchronních fázorech napětí a proudů (jednoduchá funkce PMU).



Obr. č. 5.1.1: Prototypová karta PQM-A 9kHz

Podrobnější informace o měřicí kartě jsou k dispozici v příloze „Uživatelská příručka PQM-A“.

## 1.2. Šasi RTU7M se sběrnici

Pro účely prototypu DMU V-dip byla zvolena pětislotová varianta šasi se sběrnici určenou pouze pro „nepřímé“ karty (s vlastním procesorem). Tato sběrnice podporuje několik paralelních rychlých komunikačních kanálů, přesnou synchronizaci času a identifikaci pozice, ve které je karta zasunuta. V souvislosti s vývojem nové karty PQM-Q byly tyto funkce ověřovány a zajištěna vzájemná kompatibilita. Bližší informace o šasi jsou k dispozici v příloze „Uživatelská příručka RTU7M“ v kapitole „2.2 Vany se sběrnici“.

## 1.3. Napájecí zdroj

Karta zdroje slouží k napájení jednotky RTU7M a všech karet ve sběrnici, případně zajišťuje zálohované napájení z akumulátoru a jeho dobíjení. Dodáváno je několik principiálně odlišných typů napájecích karet, pro účely prototypové sestavy V-dip byla zvolena „Střídavá/stejnoseměrná, galvanicky oddělená napájecí karta s dobíječem a zálohováním“ s typovým označením „PWRIC-230 BAT24/10“. Jednotku RTU lze s touto zdrojovou kartou napájet přímo síťovým napětím 230V / 50Hz, pro účely zálohování je použito externího akumulátoru s nominálním napětím 24V. Bližší informace o této kartě jsou k dispozici v příloze „Uživatelská příručka RTU7M“ v kapitole „2.3 Napájecí karty“.





účely prototypu DMU V-dip ready byla ověřena kompatibilita napájecí karty (ve všech standardně dostupných verzích) s kartou PQM-A.

## 1.4. Komunikační karta a firmware

Komunikační karta slouží k zajištění komunikace jednotky RTU7M s nadřazeným systémem (řada standardních komunikačních protokolů jako IEC 60870-5-104, IEC 61850, DNP3...), pro komunikaci s kartami ve sběrnici a pro komunikaci s jinými zařízeními na dalších komunikačních rozhraních (např. IEC 60870-5-104, IEC 61850, DNP3, MODBUS...). V souladu s aktuálními požadavky na kybernetickou bezpečnost je při komunikaci s nadřazeným systémem často kladen velký důraz na zabezpečení datových kanálů (šifrování). Pro účely DMU V-dip byla zvolena komunikační karta typu „COMIO-PC3-LTE“, která plní všechny požadavky na moderní „průmyslový komunikační router“ s integrovaným GSM/LTE modemem. Vestavné PC na kartě obsažené pak kromě základních komunikačních funkcí nabízí prostor pro zpracování specifických úloh, jakou je například zpracování dat V-dip z karty PQM-A a jejich následný přenos do centrální jednotky – za tímto účelem byl rozšířen standardně dodávaný firmware, který v nové verzi podporuje rychlý přenos měřených vzorků, jejich lokální ukládání, vytváření datových souborů na základě časové značky získané z poruchového indikátoru a následný automatický přenos záznamů na FTP server. Současně s tím je aktivní standardní komunikační protokol pro přenos dat, stavů a poruchových příznaků do SCADA systému.

Bližší informace o komunikační kartě jsou k dispozici v příloze „Uživatelská příručka RTU7M“ v kapitole „2.4 Komunikační karty“.

## 1.5. Detekce poruch v síti (pro MZSP)

Pro detekci zemních spojení, zkratů a nadproudů na vývodu rozvodny v souladu se standardy platnými pro digitální ochrany v distribuční síti byl prototyp DMU V-dip ready určený pro instalaci na rozvodně ve funkci MZSP rozšířen o další kartu typu EP 3U3I, která plní funkci detektoru poruch a je v rámci subsystému RTU jednotek nakonfigurována tak, že spouští přenos časově synchronizovaných záznamů z karet PQM-A a vyhodnocení poruchy metodou V-dip.

Bližší informace o kartě EP jsou k dispozici v příloze „Uživatelská příručka RTU7M“ v kapitole „2.13 KARTY PRO NEPŘÍMÁ ANALOGOVÁ MĚŘENÍ, KOMBINOVANÉ“.

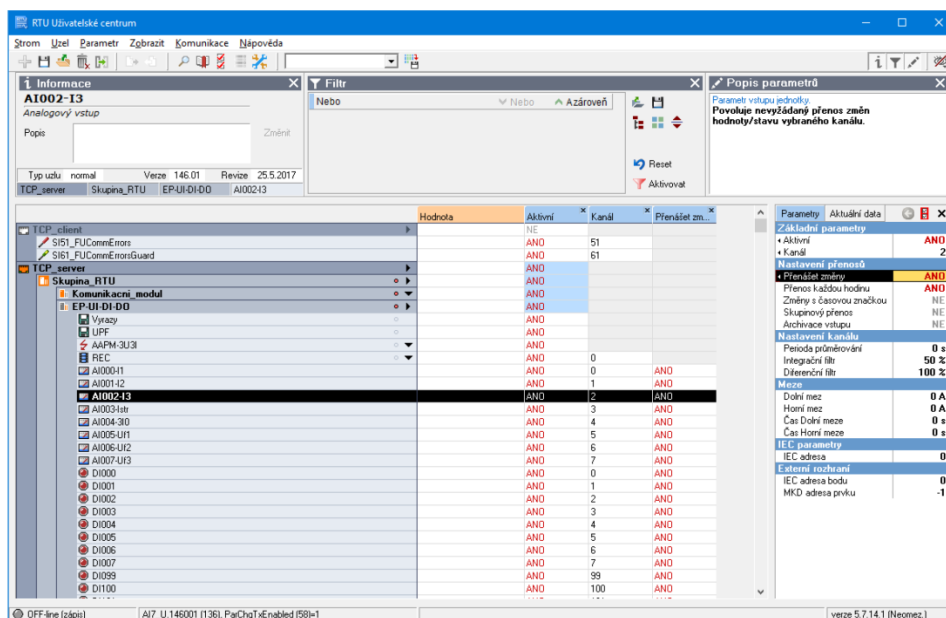
## 2. ZPŮSOB KONFIGURACE MZSN A MZSP

Konfigurace DMU V-dip ready pro funkcionalitu MZSN nebo MZSP se standardně provádí prostřednictvím vzdáleného připojení přes vestavěný LTE modem. Konfigurace je rozdělena do dvou částí – jednak na nastavení provozních parametrů a systémové konfigurace RTU jednotky, a dále pak na detailní parametrizaci měřicí karty PQM-A.

### 2.1. Parametrizační SW RTU, výchozí parametry



Parametrizační SW s názvem RTU Uživatelské Centrum pracuje se stromovou strukturou konfiguračních dat sestavy DMU, kde jsou každé komponentě či kanálu přiřazeny požadované parametry a mapování (adresy). Tyto parametry jsou na povel přeneseny do vzdálené DMU, která po dokončení přenosu a zavedení nových parametrů již pracuje s novým nastavením. Na dálku je možné provádět veškerý monitoring a správu zařízení včetně update firmware.



Obr. č. 6.1: RTU Uživatelské Centrum

Podrobnější informace o parametrizačním SW jsou k dispozici v příloze „Uživatelská příručka parametrizační SW RTU“.

Kromě základních systémových součástí jako je napájecí zdroj a komunikační karta je v konfiguračním stromu DMU zařazena také měřicí karta PQM-A. Na straně RTU jsou zde namapovány zvolené kanály měření a signalizace z vnitřních registrů karty, které je možno dále předávat do nadřazeného systému pomocí standardních komunikačních protokolů.

## 2.2. Parametrizační SW PQM-A, výchozí parametry

Program ENVIS je dodáván spolu s podporovanými měřicími přístroji a analyzátory kvality elektrické energie. Uživateli poskytuje jednoduchý nástroj pro konfiguraci a správu měřících přístrojů, přenos dat do PC a jejich následovné zpracování. Data načtená z přístrojů jsou archivována do SQL databáze nebo binárních souborů. Je možno je následně exportovat do běžných formátů jako XML, CSV, PDF, HTML a dalších.

Program dále nabízí možnost on-line sledování aktuálního stavu přístroje a poskytuje základní nástroje pro vizualizaci a analytické zpracování uložených historických dat.

Instalace programu ENVIS obsahuje následující komponenty:

**ENVIS** ... software pro analýzu archivovaných naměřených dat. Umožňuje zobrazení záznamů v grafu a tabulkách, tvorbu reportů, vyhodnocování kvality, energy management a export dat. Pro plnou funkčnost programu je třeba, aby

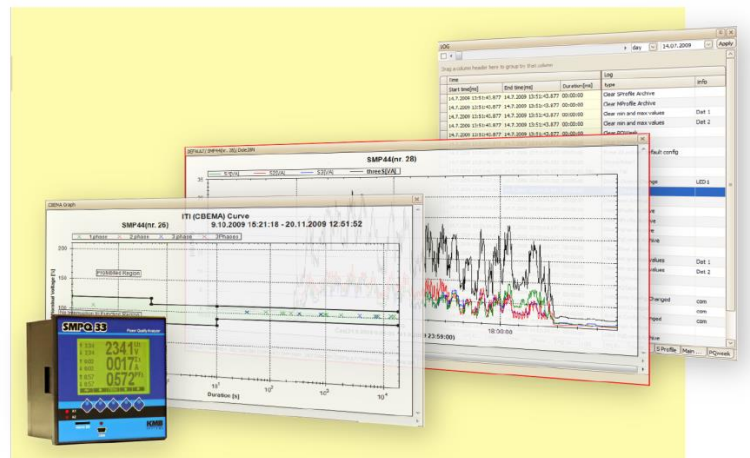


na počítači byl instalován databázový server a byla přístupná alespoň jedna databáze.

**ENVIS.Daq** (Data Acquisition) ... pro konguraci přístrojů, vyčítání naměřených dat a export dat do různých formátů. Vyčítání dat může být vyvoláno z programu ENVIS volbou v menu nebo ze seznamu zařízení nebo přímo spuštěním programu ENVIS.Daq v samostatném režimu.

**ENVIS.Online** ... volitelně licencovaná systémová služba pro automatickou archivaci dat. Pro účely testování je v základu možno využívat dva měřící přístroje bez licence.

**UpgradeTool** ... slouží k aktualizaci firmware podporovaných přístrojů přes rozhraní USB nebo Ethernet.



Obr. č. 7.1: SW ENVIS

Pro vzdálenou správu karty PQM-A prostřednictvím SW ENVIS je využíván transparentní virtuální komunikační kanál poskytovaný za tímto účelem RTU jednotkou.

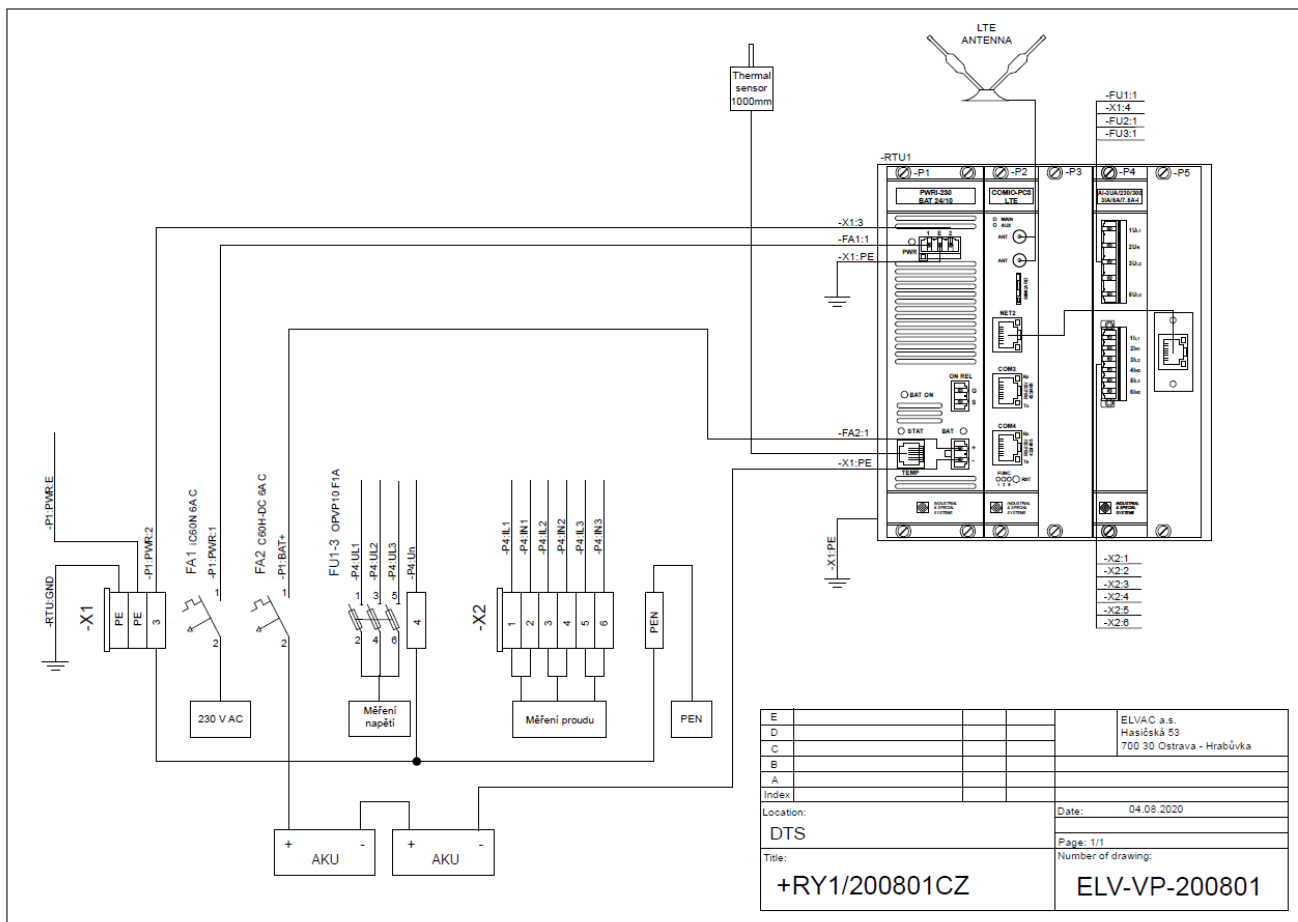
Podrobnější informace o parametrizačním SW jsou k dispozici v příloze „Uživatelská příručka parametrizační SW PQM-A“.

Podle typu aplikace (MZSP nebo MZSN) je nutno provést nastavení karty PQM-A do příslušného provozního režimu v rámci systému V-dip.

### 3. ZÁKLADNÍ SCHÉMA APLIKAČNÍHO ZAPOJENÍ

Pro integraci DMU V-dip ready do DTS (nebo na rozvodně) je nutné zajistit přivedení napájení, připojit záložní akumulátor, anténu, a samozřejmě na kartu PQM-A napojit měřená napětí a proudy. Jednoduché základní aplikační schéma je uvedeno na následujícím obrázku.





Obr. č. 7.1: Základní aplikační zapojení DMU V-dip ready

Text.

#### 4. VÝSLEDKY TESTŮ PROTOTYPU

Prototypové sestavy DMU V-dip byly testovány nejdříve „staticky“ na úrovni komponent (vlastnosti měřicí karty) a sestavy (interakce a vzájemné ovlivnění v rámci RTU). Poté byly vlastnosti celého řetězce ověřovány dynamicky s pomocí simulovaných poruchových signálů generovaných do analogových vstupů karty s následným srovnáním získaných datových souborů s předlohou. Následně byla celá skupina jednotek DMU V-dip ready podrobena laboratorním testům ve spojení s centrální jednotkou V-dip. V simulovaných podmínkách byly ověřeny parametry HW a správná implementace požadovaných funkcí včetně spolehlivosti komunikace a časové synchronizace. Tímto testováním byla potvrzena shoda dosahovaných výsledků s požadavky metody V-dip.



## 5. PŘÍLOHY

Uživatelská příručka RTU7M (standardní verze)

Ke stažení zde: [http://support.elvac.eu/Vdip/Prilohy/Uživatelská příručka RTU7M.Uživatelská příručka RTU7M\\_Rev26\\_06.pdf](http://support.elvac.eu/Vdip/Prilohy/Uzivatelaska_priuicka_RTU7M.Uzivatelaska_priuicka_RTU7M_Rev26_06.pdf)

Uživatelská příručka PQM-A (z projektu V-dip)

Ke stažení zde: [http://support.elvac.eu/Vdip/Prilohy/Uživatelská příručka PQM-A.RTU7M233 MANUAL v3.0 CZ rev1.0.pdf](http://support.elvac.eu/Vdip/Prilohy/Uzivatelaska_priuicka_PQM-A.RTU7M233_MANUAL_v3.0_CZ_rev1.0.pdf)

Uživatelská příručka parametrizační SW RTU (standardní verze)

Ke stažení zde: [http://support.elvac.eu/Vdip/Prilohy/Uživatelská příručka parametrizační SW RTU.Manual CSY.pdf](http://support.elvac.eu/Vdip/Prilohy/Uzivatelaska_priuicka_parametrizacni_SW_RTU.Manual_CSY.pdf)

Uživatelská příručka parametrizační SW PQM-A (standardní verze)

Ke stažení zde: [http://support.elvac.eu/Vdip/Prilohy/Uživatelská příručka parametrizační SW PQM-A.ENVIS 1.1-Uživatelska priuicka-cze.pdf](http://support.elvac.eu/Vdip/Prilohy/Uzivatelaska_priuicka_parametrizacni_SW_PQM-A.ENVIS_1.1-Uzivatelaska_priuicka-cze.pdf)

