

**Fakulta elektrotechnická
Regionální inovační centrum elektrotechniky**

Software pro elektroniku bezindukčního bočníku II. generace

Pracoviště: KEV/RICE
Číslo dokumentu: 22190-039-2020
Typ zprávy: Výzkumná zpráva
Řešitelé: Josef Štengl
Vedoucí projektu: Bohumil Skala
Počet stran: 12
Datum vydání: 21.12.2020
Oborové zařazení: 2.2 Electrical engineering, Electronic engineering,
Information engineering - Electrical and electronic
engineering

Zadavatel / zákazník:
Západočeská univerzita v Plzni
Regionální inovační centrum
elektrotechniky
Univerzitní 8
306 14 Plzeň

Zpracovatel / dodavatel:
Západočeská univerzita v Plzni
Regionální inovační centrum
elektrotechniky
Univerzitní 8
306 14 Plzeň

Kontaktní osoba:
Bohumil Skala
tel. 377634473
skalab@kev.zcu.cz

Tato zpráva vznikla za finanční podpory TA ČR, číslo projektu TH 03020322.

Anotace

Obsahem této zprávy je návrh software pro analogovou a digitální část elektroniky bezindukčního snímače proudu. Je popsán princip vnitřních testů a přenosu dat.

Klíčová slova

Snímač proudu, DPS, RMS, AD Převodník, mikroprocesor

Název zprávy v anglickém jazyce / Report title

Software for electronic circuits of current sensor with low inductance of II. generation

Anotace v anglickém jazyce / Abstract

The report deals with design of Software for a current sensor with low inductance. Is described the principle of self-tests and data transfer.

Klíčová slova v anglickém jazyce / Keywords

Current sensor, PCB, AD converter, microprocessor

Seznam symbolů a zkratk

ADC	Analogovo digitální převodník
RMS	Efektivní hodnota signálu
LED	Elektroluminiscenční dioda

Obsah

2.1	MĚŘENÍ HODNOT.....	7
2.1.1	<i>Měření efektivní hodnoty proudu.</i>	8
2.1.2	<i>Měření kmitočtu.</i>	8
2.1.3	<i>Měření provozních hodnot.</i>	8
2.1.4	<i>Harmonická analýza.</i>	8
2.1.5	<i>Indikační LED</i>	8
2.1.6	<i>Kalibrace.</i>	9
2.2	KOMUNIKAČNÍ ROZHRANÍ.	9
2.2.1	<i>Modbus.</i>	9

1 Úvod

V současné době, kdy vzrůstá použití zařízení na přeměnu elektrické energie pomocí polovodičových spínaných měničů se tento trend dostává také do oblasti energetiky. V důsledku toho vzniká požadavek na měření velkých proudů v řádku tisíce A také pro kmitočty výrazně převyšujících základní kmitočet energetické přenosové soustavy 50Hz.

Náš tým čelil výzvě navrhnout snímač proudu do kmitočtů alespoň 100kHz s proudovým rozsahem stovky až tisíce ampér. Takový snímač proudu samozřejmě předpokládá galvanické oddělení od výkonových obvodů.

Navržený snímač proudu má za úkol měřit efektivní hodnotu proudu a jeho kmitočet. Tyto údaje musí být dostupné pro ostatní technologii v měničových sestavách. Díky tomu není možné zapojit snímač proudu ryze analogově a jeho výstupy zavést do analogových vstupů řídicí jednotky, protože ta by nebyla schopna s dostatečnou rychlostí vzorkovat a zpracovávat signál do kmitočtu 100kHz.

Tento zpráva pojednává o softwarovém řešení elektronického bočníku II. generace.

2 Navržené řešení

Software pro zpracování měřeného signálu bezindukčního bočníku je napsán v programovacím jazyce C v návrhovém prostředí od výrobce použitého mikrokontroléru. Vlastní aplikaci je možno rozdělit na 6 funkčních bloků.

První blok čte efektivní hodnotu proudu každé 2 ms a z těchto hodnot vypočítává průměrnou hodnotu ve zvolené periodě 50 ms, 100ms, 200ms , 500ms nebo 1 sekundu.

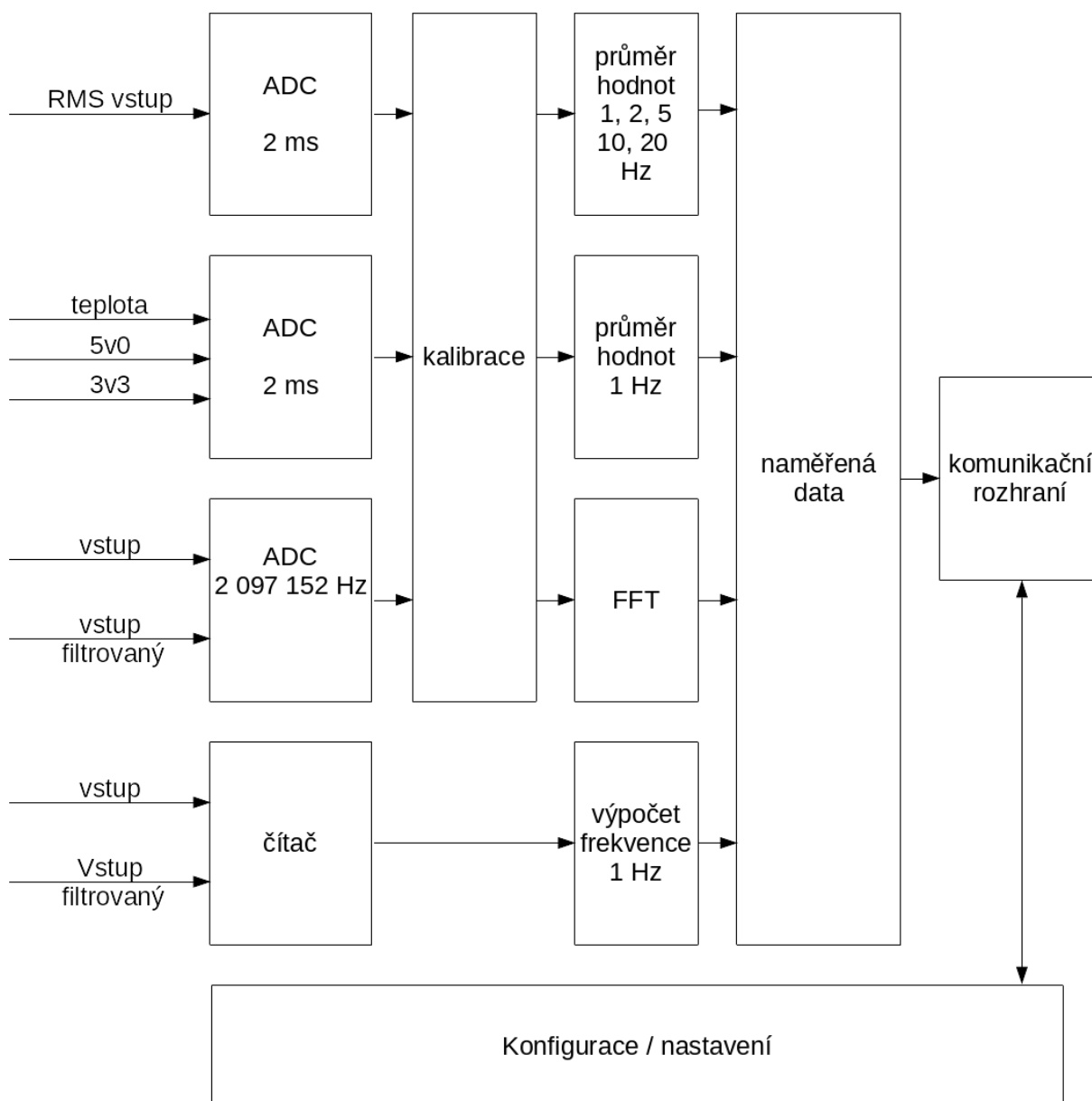
Druhý blok vypočítává základní průměrnou frekvenci vstupního signálu v časovém úseku 1s.

Třetí blok slouží k harmonické analýze vstupního signálu. Nejnižší rozlišení harmonické analýzy je 1Hz. Tento blok se vykonává po jednotlivých blocích a z důvodu výkonnostních a přenosových limitů není vykonáván kontinuálně.

Čtvrtý blok slouží pro kontrolu vlastních napájecích linek a vnitřní teploty zařízení. Tyto hodnoty jsou sledovány pro detekci poruchových stavů a mohou být čteny přes komunikační rozhraní zařízení.

Výpočetní blok je zodpovědný za vlastní výpočty a uložení dat pro komunikační blok.

Komunikační blok umožňuje komunikace zařízení s okolím, vyčítání naměřených dat, konfiguraci a kalibraci vstupního signálu. Komunikace se zařízením je možná přes linku RS-485 protokolem MODBUS nebo rozhraním CAN bus.



Obrázek 1 Blokové schéma software.

2.1 Měření hodnot

Střední hodnota proudu, napětí a teplot jsou interně měřeny převodníky ADC každé 2 milisekundy. Z 25 naměřených hodnot je spočítán aritmetický průměr, to jest každých 20 Hz jsou k dispozici nové naměřené hodnoty. Tyto hodnoty pak mohou být vyčítány komunikačním rozhraním.

Frekvence je měřena v časovém intervalu 250 milisekund, jako průměrný kmitočet za tuto dobu. Měřená frekvence může být v rozsahu 20Hz - 100kHz.

2.1.1 Měření efektivní hodnoty proudu

Střední hodnota proudu je měřeny převodníkem ADC každé 2 milisekundy ze vstupního signálu hodnoty RMS. Z naměřených hodnot je spočítán aritmetický průměr, takže periodicky jsou k dispozici nové naměřené hodnoty. Efektivní hodnota proudu je vypočítávána jako aritmetický průměr z naměřených hodnot volitelně v přednastavených periodách 1, 2, 5, 10 nebo 20 Hz. Tyto hodnoty pak mohou být vyčítány komunikačním rozhraním. Výsledná hodnota je exportována ve formátu IEEE 754, 32 bitový základ. Při detekované chybě čtení je vrácena hodnota NaN.

2.1.2 Měření kmitočtu

Základní kmitočet zdrojového signálu je měřen jako průměrná frekvence v časovém okně jedna sekunda, tedy periodicky s frekvencí 1 Hz. Měřený frekvenční rozsah je o 30Hz do 100kHz.

2.1.3 Měření provozních hodnot

Pro servisní účely je měřena teplota uvnitř zařízení a hodnota napětí napájecích linek 3,3 V a 5,0 V. Aritmetické průměry naměřených hodnot jsou obnovovány s periodou 1 Hz. Hodnoty jsou exportovány ve formátu IEEE 754, 32 bitový základ. Při detekované chybě čtení je vrácena hodnota NaN.

2.1.4 Harmonická analýza

Zařízení umožňuje harmonickou analýzu vstupního signálu pro daný časový úsek. Minimální frekvenční rozlišení harmonického spektra je až 1Hz.

2.1.5 Indikační LED

Zelená LED indikuje zapnuté zařízení. Teplota a napájecí napětí jednotlivých napájecích linek jsou v pracovním rozsahu.

Aktivní červená LED indikuje chybu přístroje. Pokud svítí červená LED, zařízení nepracuje správně a data nejsou validní.

Oranžová LED indikuje aktivní komunikaci.

2.1.6 Kalibrace

Kalibrace je prováděna dvoubodovou interpolací lineární funkcí $y = ax + b$. Pro $a = 1$ a $b = 0$ naměřené hodnoty odpovídají nekalibrovaným hodnotám. Kalibrační hodnoty jsou automaticky ukládány do paměti. Ihned po zapsání kalibračních hodnot jsou měřené hodnoty modifikovány o kalibraci.

2.2 Komunikační rozhraní

Se zařízením je možno komunikovat přes rozhraní RS-485 s protokolem MODBUS nebo volitelně přes rozhraní CAN.

2.2.1 Modbus

Se zařízením je možno komunikovat s rozhraním RS-485 s protokolem MODBUS v režimu RTU. Zařízení je navrženo jako závislé zařízení (slave).

Parametry rozhraní:

Výchozí adresa zařízení:	3
Komunikační rychlost	19 200 baudů
Komunikační režim	RTU
Počet bitů na znak	8
Stop bit	1
Parita	žádná

Data jsou čtena z holding registrů protokolu MODBUS (funkce 03).

Adresa	Registr	Délka	Formát dat	Popis
0	0	2	float, 32bits	Střední hodnota měřeného proudu
2	lfreq	2	float, 32bits	Frekvence měřeného proudu
4	Pwr3v3	2	float, 32bits	Napětí na interní napájecí větvi 3,3 voltu.
6	Pwr5v0	2	float, 32bits	Napětí na interní napájecí větvi 5,0 voltu.
8	TempInternal	2	float, 32bits	Teplota okolí uvnitř zařízení.

Příklad čtení na PC všech poskytovaných hodnot programem modpoll.

```
modpoll -b 19200 -t 4:float -p none -d 8 -s 1 -m rtu -a 3 -c 5 <rozhraní>  
-1 -0 -r 0
```

Vypisuje data v pořadí:

- Střední hodnota měřeného proudu v ampérech.
- Frekvence měřeného proudu v Hertzích.
- Interní hodnota hladiny napětí 3.3 voltu
- Interní hodnota hladiny napětí 5.0 voltu.
- Teplota zařízení ve stupních Celsia.

kde <rozhraní> je sériové rozhraní převodníku RS-485

3 Závěr

Navržený software čte vstupní hodnotu vstupního signálu RMS, frekvence vstupního signálu v definovaných rozsazích hardwarového návrhu. Výsledné hodnoty vstupního signálu a provozní hodnoty zařízení je možno vyčítat jedním komunikačním rozhraním.

SW byl implementován do osazených desek, desky byly propojeny s měřicím transformátorem a instalovány do navrženého krytu. Sestavený celek byl kalibrován, podrobnosti viz speciální zpráva o kalibraci .

Seznam obrázků

Obrázek 1 Blokové schéma software.	7
---	---

Historie revizí

Rev.	Kapitola	Popis změny	Datum	Jméno
1	Všechny	Publikování dokumentu	21.12.2020	J.Štengl