

# MULTICHANNEL RF POWER METER

**Vladimír Hradňanský**

Master Degree Programme (1), FEEC BUT

xhradn00@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Jiří Šebesta

sebestaj@feec.vutbr.cz

**Abstract:** In this work is analysis of methods for measuring high-frequency power, then the design and implementation of multi-channel processor controlled high-frequency power meter. The device enables communication via USB or RS232 port, correction and calibration calculations stored on the SD card. Measurement results are displayed on the LCD display. The meter has three probes which can measure up to 8 GHz. Built-in 40 dB attenuator allows measure with power up to 100 W. A complete functional test tool including three types of probes, measuring unit and software.

**Keywords:** Microprocessor, ATmega, logarithmic detector, power measurement system, LCD display, serial communication, RS232, AD converter, AD8307, AD8313, AD8318

## 1. ÚVOD

Výstupem této práce jsou funkční vzorky sond pro měření vysokofrekvenčního (vf.) výkonu, které převádějí vstupní vf. výkon na stejnosměrné napětí, které je dobře měřitelné a zpracovatelné. V další části práce je výsledkem kompletní funkční vzorek vícekanálového koncového měřiče výkonu, který je plně využitelný pro měření vf. výkonu v systémech s impedancí 50 Ω. Jeho vestavěný atenuátor umožňuje měření do frekvence 2,5 GHz s výkonem až 100 W. Více informací lze získat v bakalářské práci [1].

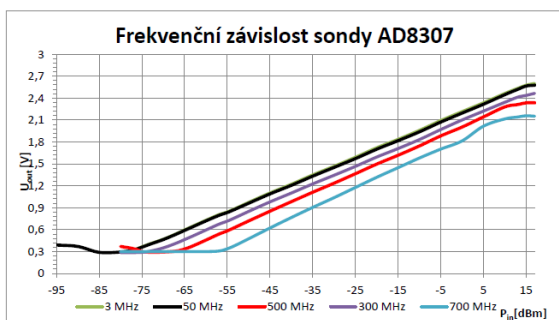
## 2. LOGARITMICKÉ DETEKTORY

Měření vysokofrekvenčního výkonu je v dnešní době naprosto nezbytné a měření pomocí logaritmických detektorů je jednou z nejmodernějších možností. Využívá se logaritmické závislosti čipů, které mají banku omezovačů (limiterů) a jejich výstupní proud se převádí pomocí transkonduktance na napětí. To je dále zpracováno AD převodníkem řídicího mikroprocesoru měřiče. V práci jsou použity celkem tři detektory, jejich rozdělení dle citlivosti a pracovní frekvence je uvedeno v následující tabulce č.1.

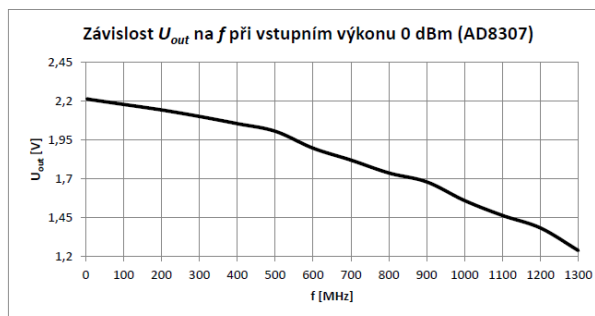
detektor	frekvenční pásmo	dynamický rozsah [dB]
AD8307 [3]	DC až 500 MHz	92
AD8313 [4]	0,1 GHz až 2,5 GHz	70
AD8318 [5]	1 MHz až 8 GHz	70

**Tabulka 1:** Rozdělení zkonstruovaných logaritmických detektorů

Každá sonda má vlastní stabilizátor napájení a interní čidlo teploty, jenž se využívá k měření a následné kalibraci sondy v případě že sonda pracuje v jiném teplotním rozsahu, než na který byla kalibrována. Sondy jsou zkonstruovány na DPS a jsou uloženy v krabičkách z pocínovaného plechu.



**Obrázek 1:** Základní převod  $P_{in}/U_{out}$  sondy s AD8307

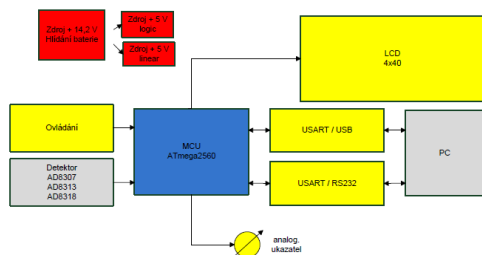


**Obrázek 2:** Frekvenční závislost sondy s AD8307

### 3. ŘÍDÍCÍ JEDNOTKA MĚŘIČE VÝKONU

Blokové schéma měřiče znázorňuje obrázek č.3. Na vf. straně obsahuje detektory jenž obstarávají na svém výstupu stejnosměrné napětí, které je dále zpracováváno řídicím mikroprocesorem. Takto zpracované a přepočítané stejnosměrné napětí dle kalibrací pro vybranou sondu a teplotu je následně zobrazeno na znakovém LCD displeji 4x40 znaků. Dále měřič umožňuje komunikovat s osobním počítačem jak pomocí USB sběrnice, tak pomocí sériového portu. Nedílnou součástí navrženého měřiče je zdroj napájení a nabíjení akumulátoru.

Kalibrační data jsou uložena na SD kartě a mohou být načtena při překalibrovávání měřiče. Na kartě jsou uloženy dvě základní převodní charakteristiky detektorů. První je vlastní převod vf. výkonu na stejnosměrné napětí, druhou je závislost výstupního napětí na frekvenci při konstantním vstupním výkonu. To jsou dvě hlavní charakteristiky, které lze po drobných úsecích lineárně aproximovat a dosahovat přesností pod 0,5 dBm. SD karta byla užita z důvodu snadné konfigurace a práce s daty v textové formě, v níž jsou kalibrační konstanty uloženy. Po připojení detektoru měřič autonomně rozpozná, o kterou sondu se jedná a podle ní počítá kalibrace výkonu a následně je vypisuje na LCD displej a data posílá do počítače, kde je zpracovává vytvořený program „RF Power Meter“. Jako řídicí jednotka byl zvolen mikroprocesor ATmega2560 od firmy Atmel [2], z důvodu velkého množství I/O portů, velké flash paměti a 16 vstupovému AD převodníku. Jeho cenový rozdíl oproti nižším řadám je zanedbatelný. Pro tuto práci se využívají periferie jako AD převodník, I/O porty, PWM výstup pro analogový ukazatel, sériové linky atd. Je zapouzdřený v SMD pouzdře TQFP100, které je snadno pájitelné. Pro snadné programování procesoru je využit bootloader.



**Obrázek 3:** Blokové schéma

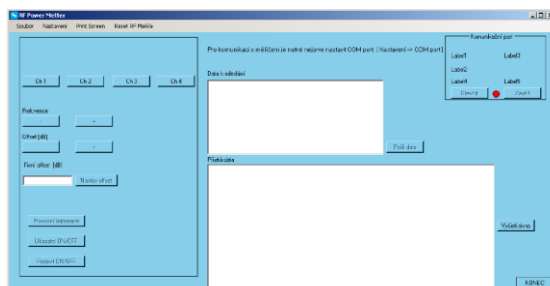


**Obrázek 4:** Řídicí deska

#### 4. KONFIGURAČNÍ SOFTWARE „RF POWER METER“

Tento vytvořený software umožňuje konfiguraci základních parametrů a dále reset měřiče. Zkušenější obsluha může využít zadávání příkazů do příkazového pole a může využít jak malá, tak velká písmena (není case sensitive). Měřič na daný příkaz vždy odpovídá.

Měřič zná příkazy jako určení výběru měřicího kanálu, zapnutí/vypnutí podsvitu LCD displeje, zapnutí/vypnutí analogového ukazatele, výběr frekvenčních rozsahů pro danou sondu, zvolení offsetů v řádu desetinných míst pro případ použití attenuátoru před měřicí sondou, vypsat provozní údaje atd. V menu nabídce je možno přistoupit ke kalibracím a změnit tak kalibrační konstanty a uložit je na SD kartu.



Obrázek 5: Pracovní okno kalibračního a konfiguračního softwaru

#### 5. MECHANICKÁ KONSTRUKCE MĚŘIČE

Měřič je vestaven do kovové skříně dříve určené pro trunkové rádio BOSH výšky 3U. Je určen pro uložení na stůl či jinou úložnou plochu. Jeho rozměry jsou- výška: 14cm, šířka 48cm, hloubka 28cm. Hmotnost přístroje je 8,3kg i s baterií 12V, 12Ah.



Obrázek 6: Mechanické provedení měřiče včetně připojeného detektoru AD8307

#### 6. ZÁVĚR

V práci byl navrhnout vlastní vysokofrekvenční měřič výkonu využívající logaritmické detektory od Analog Devices. Následně byl zkonstruován vlastní měřič a naprogramován obslužný software. V celé práci bylo navrženo celkem 6 desek plošných spojů, které jsou převážně osazeny SMD prvky. Přesnost měřiče vlivem vlastních teplotních rozsahů sond je  $\pm 0,5$  dB. Kalibrace sond a celého měřiče probíhala na přesném kalibrovaném vysokofrekvenčním generátoru ve firmě DCom spol. s r.o., který vstup sondy budil vf. výkonem. Výstupní zprůměrované hodnoty AD převodníku byly ukládány na SD kartu a následně se po frekvenčních krocích počítala směrnice přímkou.

## REFERENCE

- [1] Hradňanský, V.: Vysokofrekvenční vícekanálový měřič výkonu.[cit. 24. března 2015]. Dostupné na www: < [https://www.vutbr.cz/www\\_base/zav\\_prace\\_soubor\\_verejne.php?file\\_id=83599](https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=83599) >.
- [2] ATmega2560 [online]. Atmel Corporation. [cit. 24. března 2015]. Dostupné na www: < <http://www.atmel.com/devices/atmega2560.aspx> >.
- [3] AD8307 Low Cost, DC to 500 MHz, 92 dB Logarithmic Amplifier. Data Sheet (Rev. D). [online]. Analog Devices, Inc. [cit. 1. prosince 2013]. Dostupné na <[http://www.analog.com/static/imported-files/data\\_sheets/AD8307.pdf](http://www.analog.com/static/imported-files/data_sheets/AD8307.pdf)>
- [4] AD8313 Low Cost, DC 0,1 GHz to 2,5 GHz Logarithmic detector/Controller, 70 dB Data Sheet. [online]. Analog Devices, Inc. [cit. 1. prosince 2013]. Dostupné na <[http://www.analog.com/static/imported-files/data\\_sheets/AD8313.pdf](http://www.analog.com/static/imported-files/data_sheets/AD8313.pdf)>
- [5] AD8318 Low Cost, 1 Mhz to 8 GHz Logarithmic detector/Controller, 70 dB Data Sheet. [online]. Analog Devices, Inc. [cit. 1. prosince 2013]. Dostupné na <[http://www.analog.com/static/imported-files/data\\_sheets/AD8318.pdf](http://www.analog.com/static/imported-files/data_sheets/AD8318.pdf)>