

# Integrovaný systém pro zpracování EMG signálu

(funkční vzorek, datum vzniku 30.3.2016)

**Autoři:** Ing. Vilém Kledrowetz, Ph.D., Ing. Roman Prokop, Ph.D., doc. Ing. Lukáš Fucik, Ph.D., Ing. Vojtěch Dvořák

## Projekty:

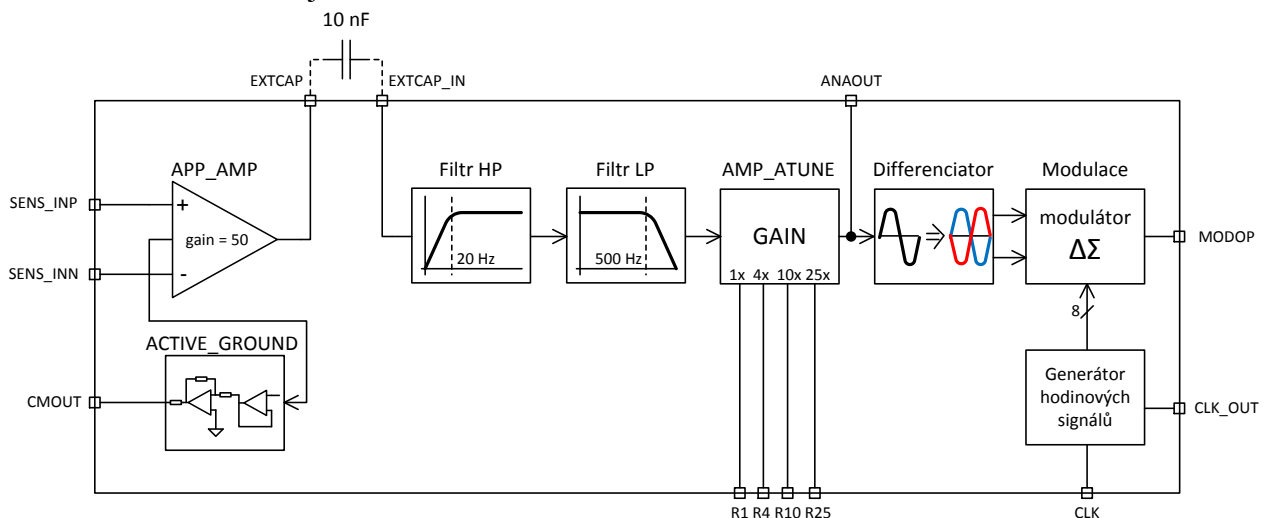
ED.2.1.00/03.0072 - Centrum senzorických, informačních a komunikačních systémů (SIX)

LO1401 - Interdisciplinární výzkum bezdrátových technologií (INWITE)

7H13014 - Devices for Neurocontrol and Neurorehabilitation DeNeCoR

## Popis:

Navržený IO je určen pro snímání elektrické aktivity svalů. Zpracovávaný signál v rozsahu  $\pm 500$  mV je zesilován a převáděn na jednobitový pulsně-hustotně modulovaný signál (PDM). Blokové schéma obvodu je na obrázku 1.



Obrázek 1: Zjednodušené blokové schéma IO

Měřící elektrody jsou připojeny na přístrojový zesilovač (APP\_AMP). Přístrojový zesilovač má výstup CMOUT, který slouží pro nastavení aktivní země. Aktivní zem je zapojení sloužící k potlačení rušení na vstupu přístrojového zesilovače. Jedná se o zápornou zpětnou vazbu, kde je rušivý signál poslán z vnitřní struktury přístrojového zesilovače zpět na pacienta. Signál je impedančně přizpůsoben poté invertován a přes odpor 390 k $\Omega$  proudově omezen (obvod ACTIVE GROUND). Zesílení přístrojového zesilovače je pevně nastaveno na 50.

V další fázi zpracování probíhá kmitočtová filtrace, kdy proběhne odstranění šumu a neúčinného signálu (užitečné pásmo 20 Hz až 500 Hz). Filtr typu horní propust (HP) je realizován jako derivační článek s externím kapacitorem 10 nF. U filtru typu dolní propust (LP) se jedná o strukturu Huelsmann s integrovanými kapacitami na čipu.

Dalším blokem je zesilovač s přepínatelným zesílením (AMP\_ATUNE), které se provádí přepínáním odporů ve zpětné vazbě operačního zesilovače. Tím lze nastavovat zesílení 1, 4, 10 nebo 25. Celkově lze spolu s přístrojovým zesilovačem dosáhnout zesílení 50, 200, 500 nebo 1250. Protože každý odpor je spínán přímo signálem, lze kombinací více sepnutých odporů ve zpětné vazbě vytvářet další hodnoty zesílení.

Zesílený analogový signál je převeden na difereční signál a převeden na jednobitový signál PDM. Pro převod na signál PDM je na čipu umístěn jednosmyčkový modulátor delta-sigma ( $\Delta\Sigma$ ) 3. řádu struktury „feedforward“. Vzorkovací kmitočet je 125 kHz a ENOB = 15. Výstupem je signál PDM (označen jako MODOP spolu se synchronizačním hodinovým signálem CLK\_OUT) Obvod pro generování řídicího hodinového signálu pro delta-sigma modulár je realizován na čipu.

## Parametry:

- TECHNOLOGIE TSMC 180 nm
- NAPÁJECÍ NAPĚTÍ 1,5 V
- VSTUPNÍ NAPĚTÍ  $\pm 500$  mV @ 750 mV
- UŽITEČNÉ PÁSMO 20 Hz – 500 Hz
- NASTAVITELNÉ ZESÍLENÍ 50, 200, 500 nebo 1250
- ENOB ( $\Delta\Sigma$ ) = 15
- VÝSTUP PDM SIGNÁL + SYNCHRONIZAČNÍ CLOCK
- PERIODA VÝSTUPNÍCH DAT - 8  $\mu$ s
- PLOCHA 2,6 mm<sup>2</sup>

## Layout čipu:

