

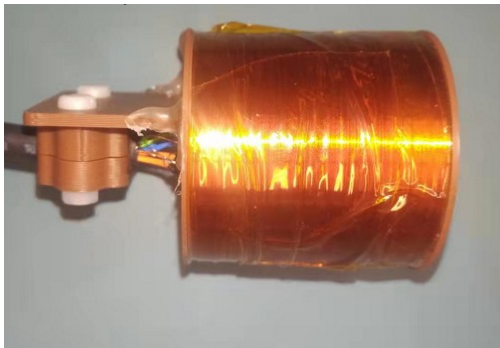
Demodulace signálu z fluxgate senzoru přímým vzorkováním

Marko Savić

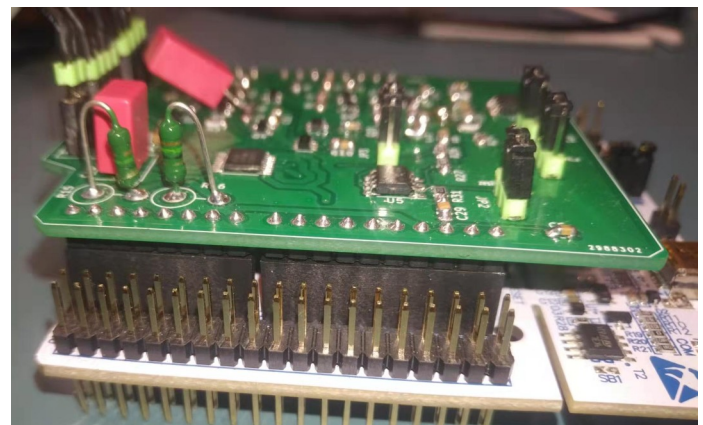
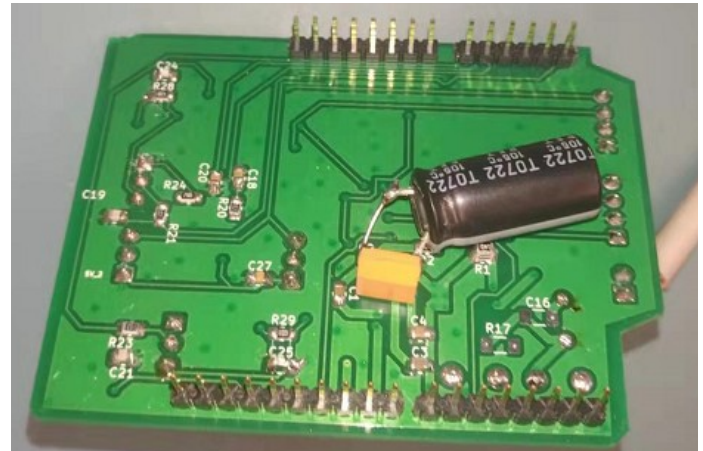
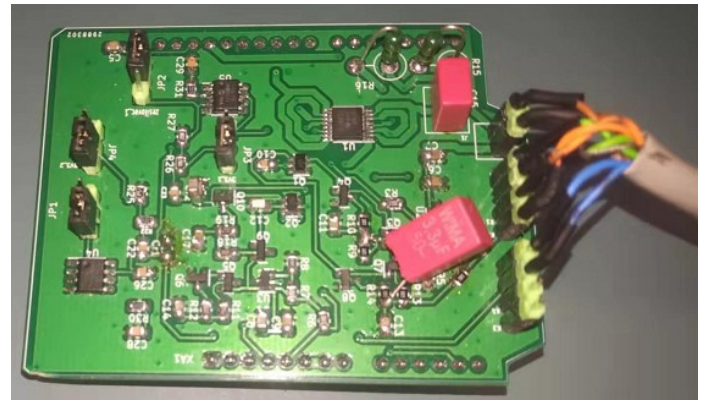
Pod vedením Ing. Davida Novotného

Úvod

- Ropný a baňský průmysl, geomagnetické mapování, archeologie, bezpečnostní aplikace, vesmírné aplikace
- Návrh (HW i SW) low-cost fluxgate magnetometru pro výukové účely
- Využita zajímavá metoda: demodulace vzorkováním -> potenciál i pro serióznější aplikace



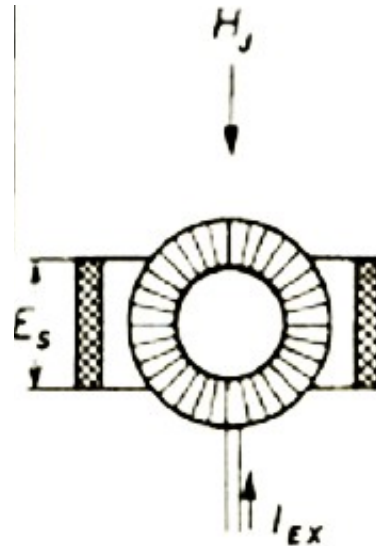
Konstruovaný dvouosý fluxgate s kompenzační cívkou v jedné ose



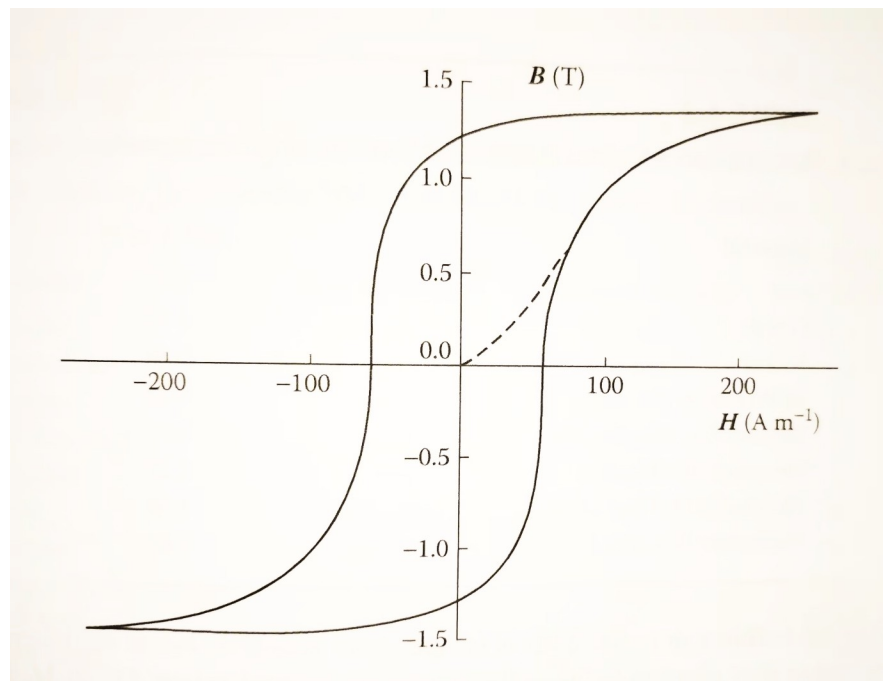
Navrhnutý shield

Princip fluxgate senzoru

- ⊙ Toroidní magneticky měkké jádro se budí **střídavým proudem**
- ⊙ **Maxwellovy rovnice**



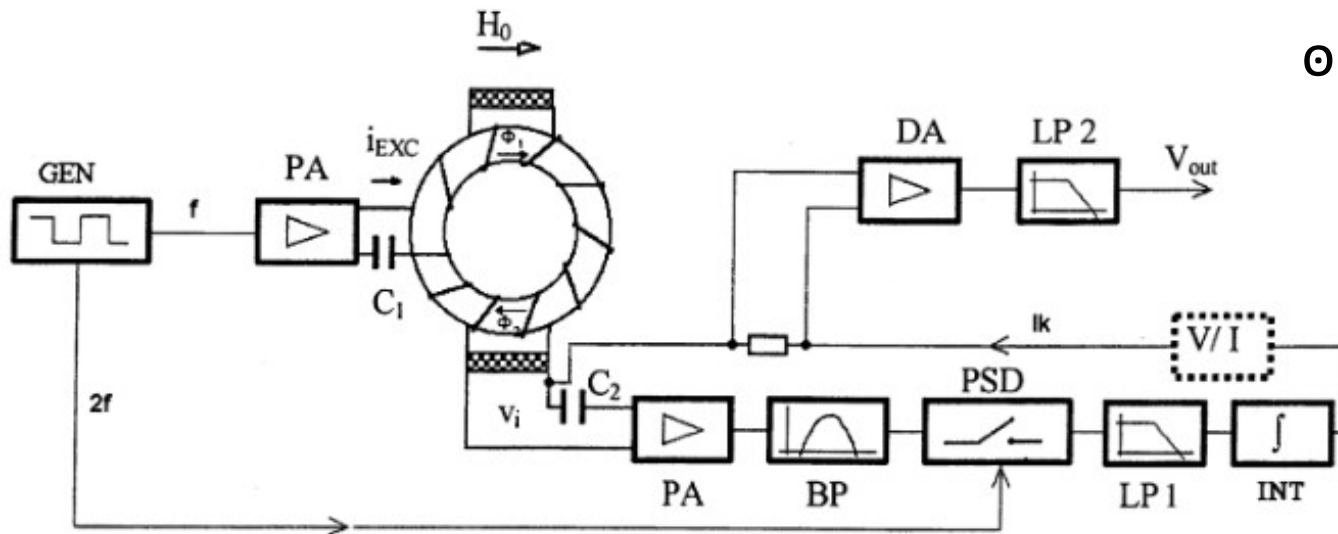
Zdroj: RIPKA: Magnetic sensors and magnetometers



Zdroj: JILES: Introduction to Magnetism and Magnetic Materials

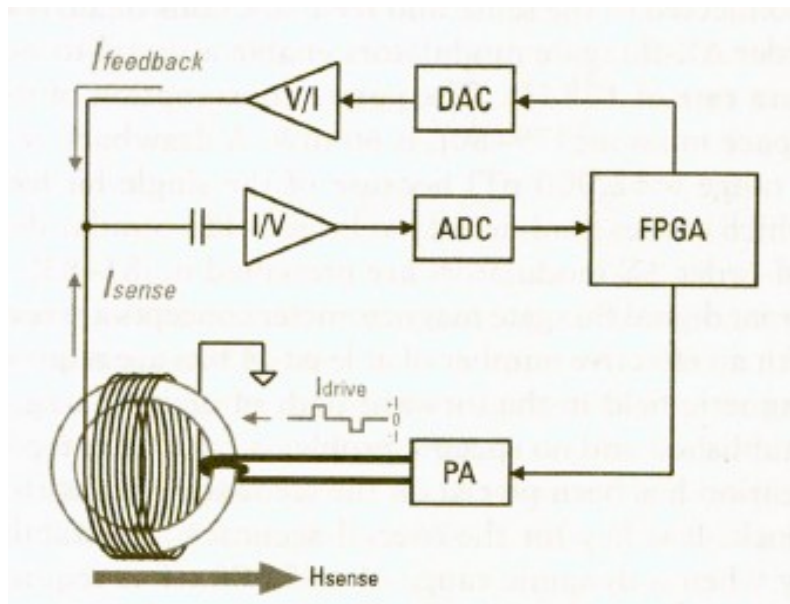


Spektrum snímaného signálu



- ⊙ Lepší linearita,
stabilnější citlivost
a offset

Schéma analogově demodulovaného fluxgate senzoru [RIPKA: MSAM]

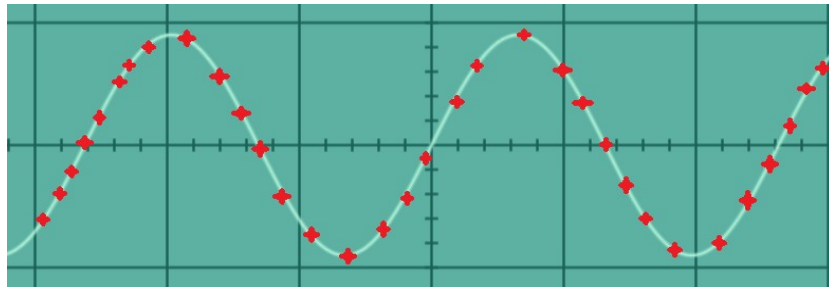
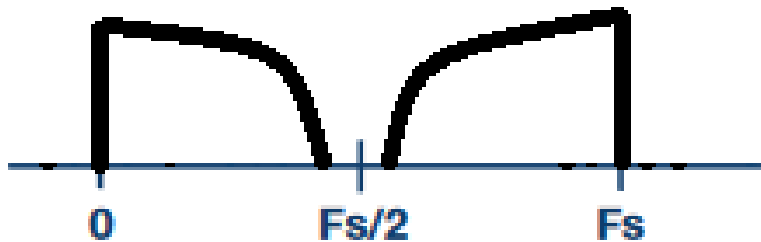


- ⊙ Robustnější, vyšší
flexibilita díky
programovatelnosti, nižší
spotřeba

Schéma digitálně demodulovaného fluxgate senzoru [RIPKA: MSAM]

Konvenční demodulace

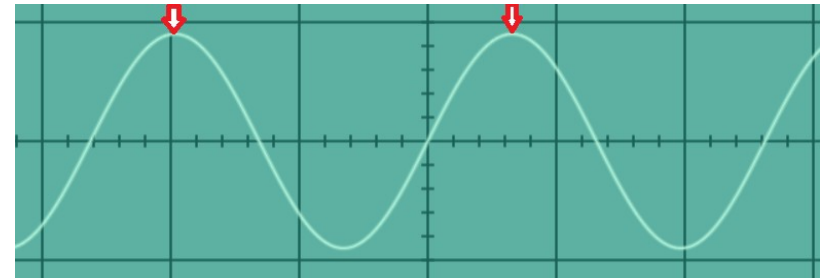
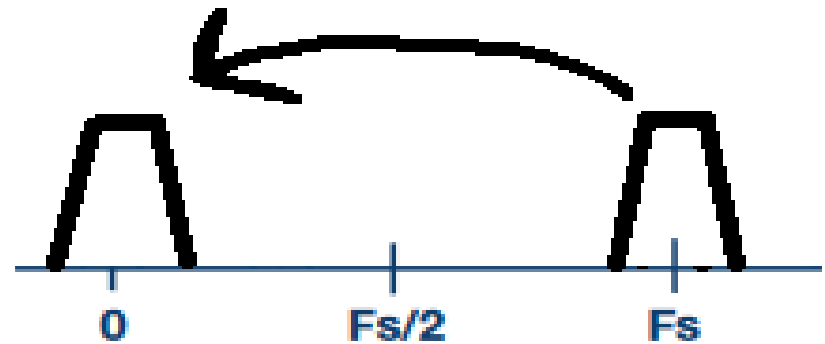
- ⊙ Signál se rekonstruuje četným vzorkováním



Digitální demodulace četnými vzorky;
dodržení vzorkovacího teorému

Metoda přímého vzorkování

- ⊙ **Záměrně se nedodrží vzorkovací teorém**; vzorkuje se
- ⊙ Využívá se **aliasing**



Přímá demodulace vzorkováním;
porušení vzorkovacího teorému

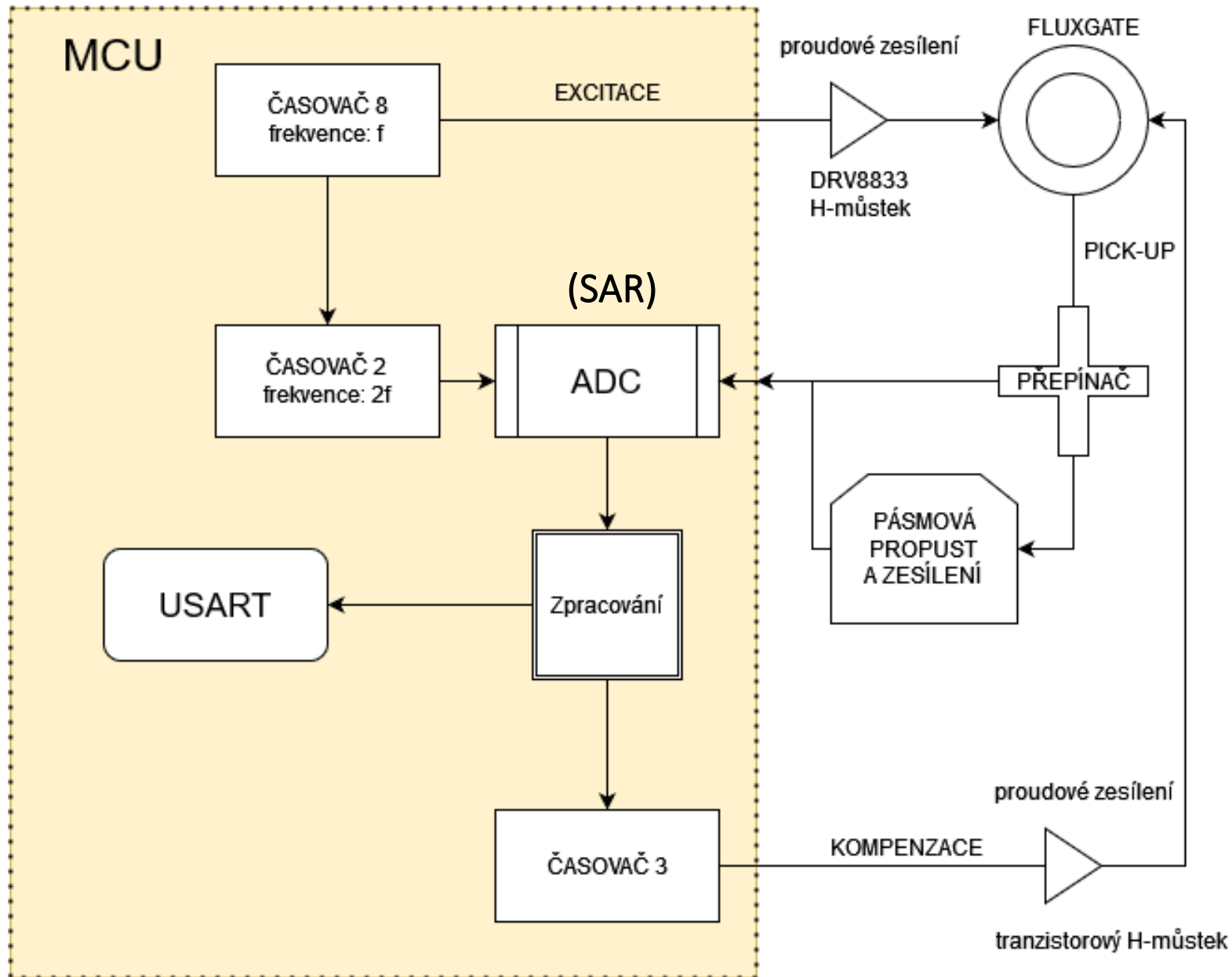
Implementace

- Excitační proud dosahuje až 750mA

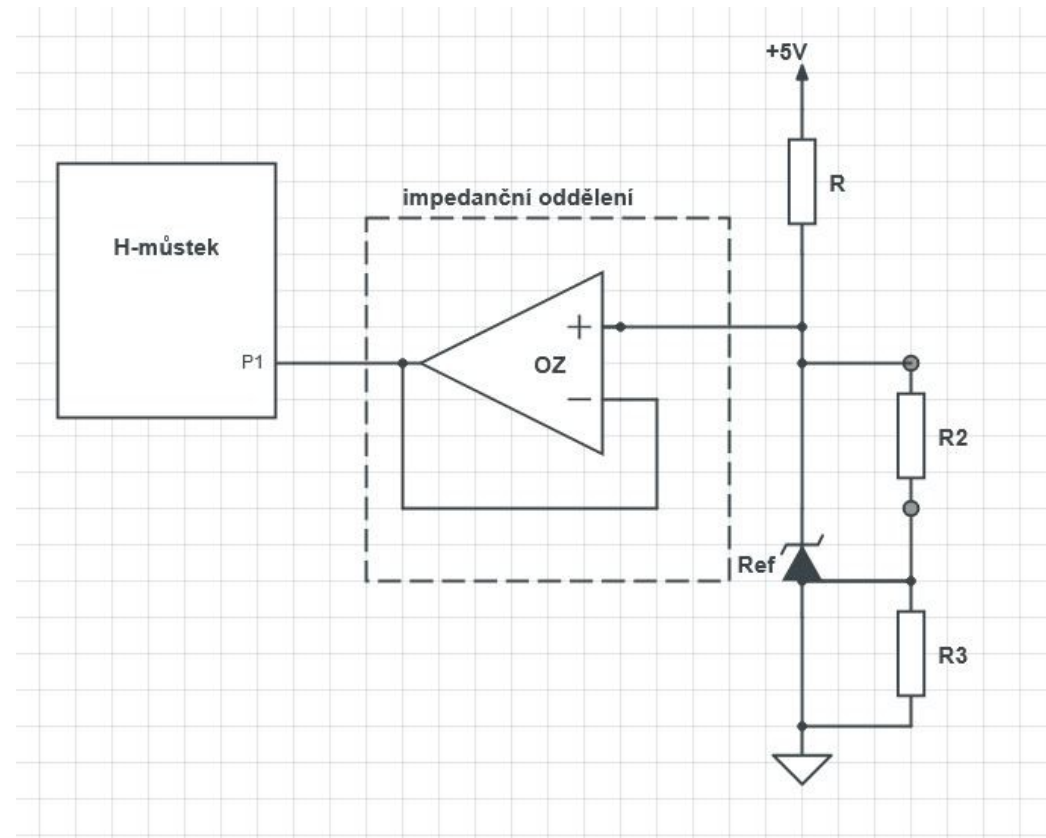
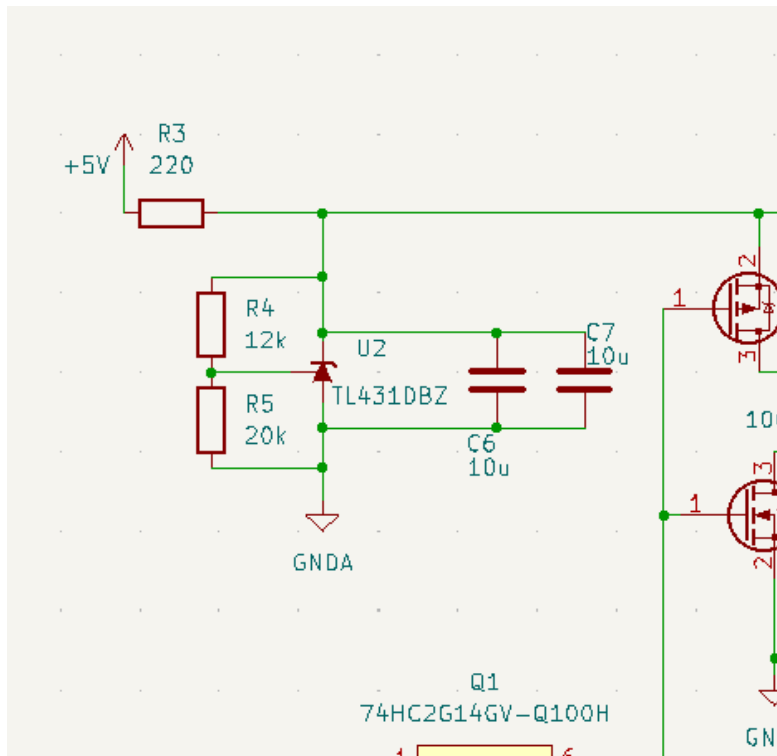


Červený signál – vzorkování ADC na náběžné hraně
Modrý signál – zaznamenaný průběh snímaného napětí
Žlutý signál – průběh excitačního proudu

Hardware

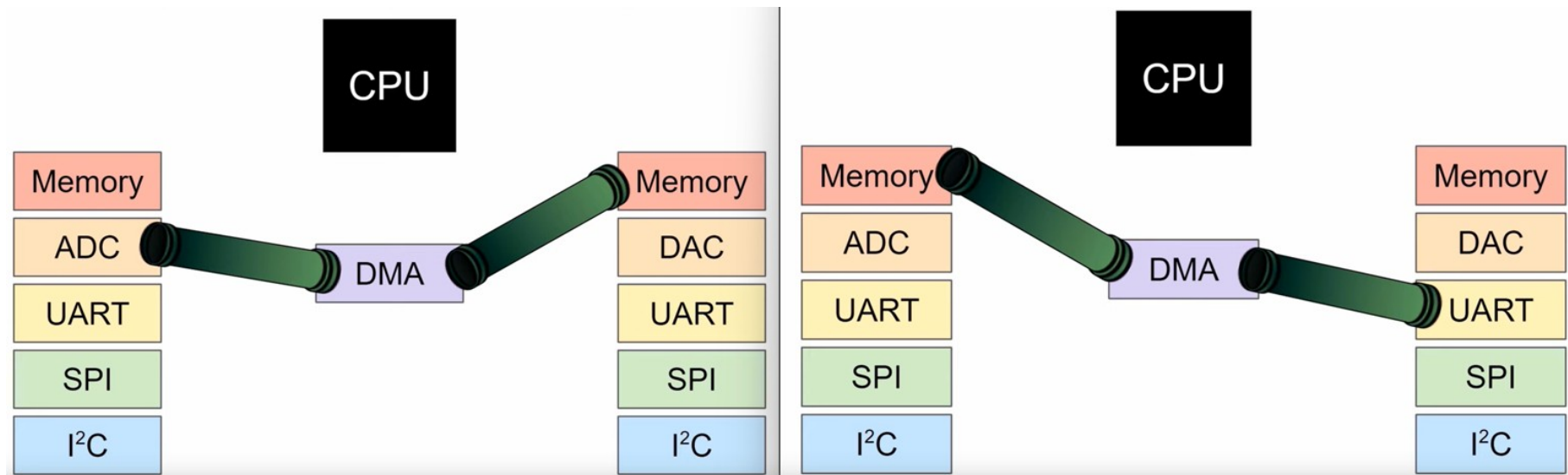


Řešení nevhodně navrženého tranzistorového H-můstku



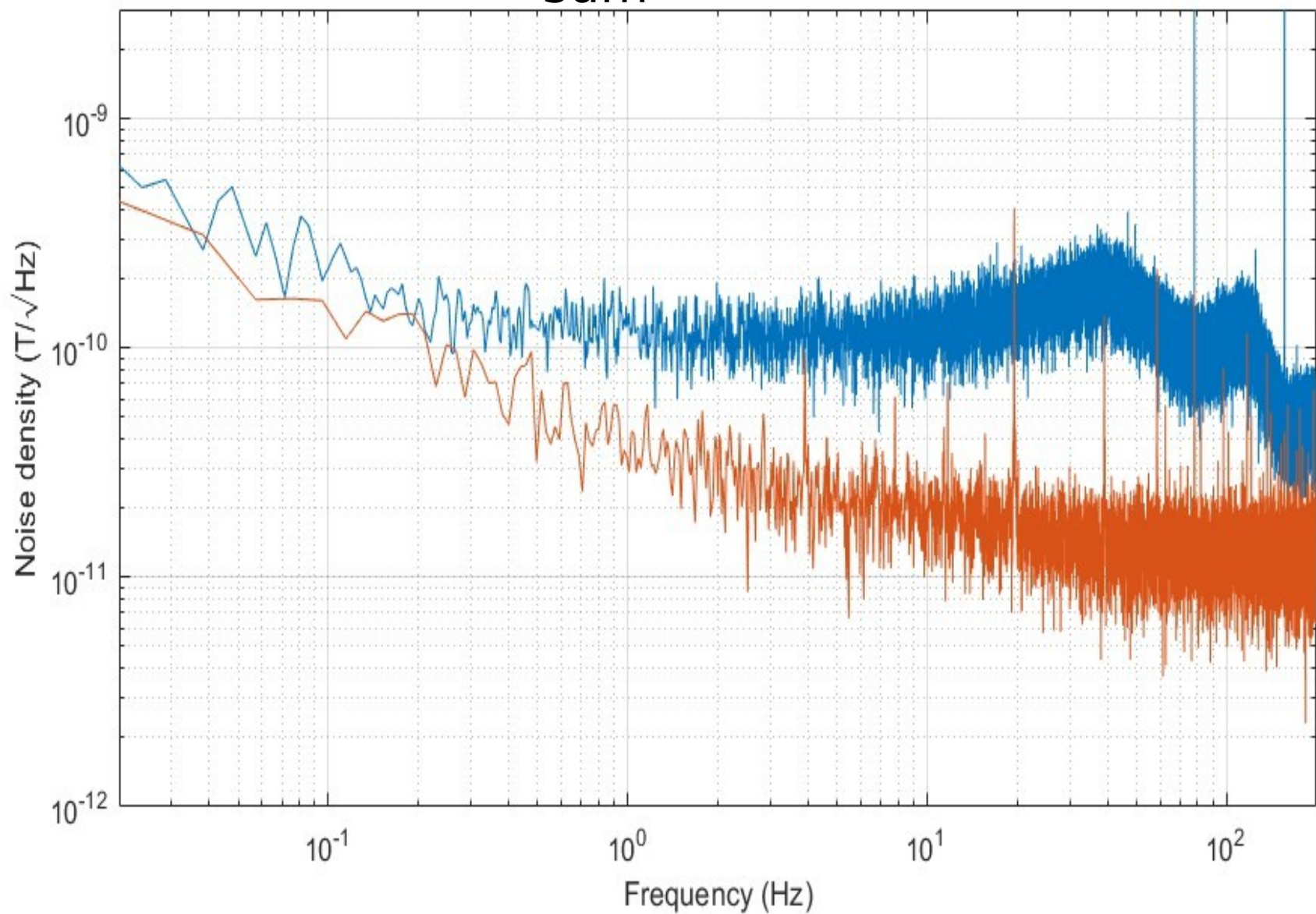
Software

- ◉ **Ping-pong buffer**
- ◉ **Využito DMA**, nezbytné pro dostatečně rychlé odesílání dat přes UART (20 kSa/s)
- ◉ Napsáno v jazyce C pomocí STMCubeIDE



[Working with ADC and DMA. Youtube: Digi-key, 2019]

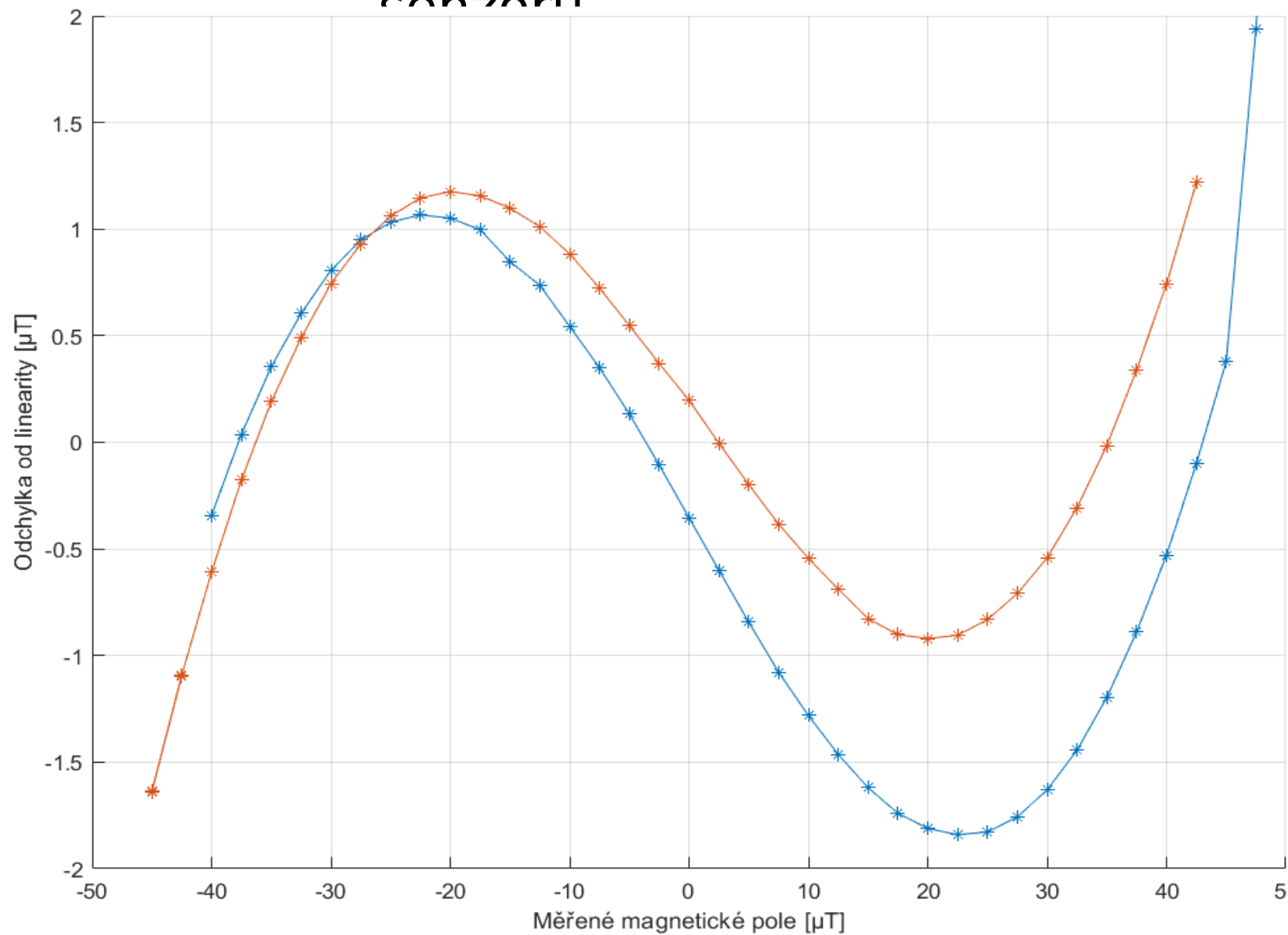
Naměřený šum



- senzor bez zapojené kompenzace
- senzor s kompenzací

Měření linearity

senzorů



Dva různé průběhy za stejných podmínek

Následuje snímek s odpovědí na otázku oponenta.

Jakou úpravou kódu by bylo možné snížit šum celého magnetometru bez změny HW?

- Možnost snížení šumu bez změn v hardwaru je např. použití softwarové dolní propusti pro námi potřebné pásmo cca 0 – 300 Hz, čímž bychom oproti současnému nefiltrovanému signálu, který má šířku pásma 10kHz, výrazně snížili efektivní hodnotu šumu a byla by navíc možná decimace signálu a tím menší nároky na rychlost odesílání dat.
- Šumová hustota jako taková tímto ale vylepšena nebude, ta je daná senzorem, kvalitou jeho excitace a šumem předzesilovače.