

# Vývoj PIR 1

Zde popisujeme postupný průběh vývoje [plazmatického implozního reaktoru PIR 1](#):

## 2016

### Březen

Níže popsanou elektroniku již mám koupenou. Postupně pracuji na [vývoji software SenseLab](#), který nejen tuto elektroniku bude ovládat a používat.

## 2015

### Říjen

Pokračuji v upřesňování vírového pohonu a kontrole i sledování reaktoru. Rozhodl jsem se pro:

- Řídící jednotka
  - [Raspberry Pi 2](#)
  - [Windows 10 IoT Core](#)
    - Uvidíme, jak se osvědčí, protože je stále ve vývoji a některé věci tam nejsou dotažené
    - Plánuji udělat [SenseLab](#) implementaci
      - Server prostředí se zařízeními používající [AllJoyn](#)
      - Klientská [UWP](#) (Universal Windows Platform) aplikace pro Windows 10
        - IoT Core verzi na Raspberry Pi pro místní přístup k serveru
          - Ovládání přímo z Raspberry Pi pomocí připojené klávesnice, myši a monitoru
        - Desktop / Mobile verzi pro vzdálený přístup k serveru z PC / mobilu
- Buzení prstencové cívky
  - Vhodný PWM (modulace šířky pulzu) signál z Raspberry Pi
    - Lze hardwarově generovat signál do několika MHz v závislosti na přesnosti střídavy
  - Zesílený výkonovým stupněm H-můstku [BTS7960B](#) připojeného přes [převodník 3.3V na 5V](#) na logické ovládání a výkonově napájený [24V, 20A, 500W](#) zdrojem
  - S ochranou diodou [10A10](#) proti přepětí indukovanému v cívce
- Sledování reaktoru
  - Kamera
    - [Webkamera s led přisvětlením](#)
    - [Raspberry Pi kamera](#) zatím není podporovaná na Windows IoT
  - Tříosé magnetometry [HMC5883L](#) připojené pomocí [multiplexru](#), protože mají stejnou IIC adresu
  - Snímač zrychlení (přímé i točivé) [MPU-6050](#)
  - Snímač atmosférického tlaku [BMP180](#)
  - Snímač teploty a vlhkosti [HTU21D](#)

- Vážení komory pomocí [buňky](#) a [převodníku](#)
- Snímač osvětlení [BH1750FVI](#)
- Měření napětí a odporu na elektrodách komory pomocí
  - [Mooshimeter](#) BLE (BlueTooth 4 Low Energy) multimetru
    - Windows IoT podporovaný není, ale přes BLE obecný profil by to mělo jít
  - později možná pomocí [BitScope Micro](#) osciloskopu
    - na Windows IoT podpoře již pracují

Předběžné objednávky na [RPIShop](#) a [BangGood](#) nám dávají představu o ceně hardware (Mooshimeter už mám).

## Zaří

Zabývám se možnostmi buzení cívky pro to správné pulzní magnetické pole.

Mým cílem je generování magnetického signálu podobnému tepu srdce v cívce pro možnost sladění s tepem srdce „reaktorového řidiče“ čili člověka obsluhujícího reaktor.

[Cívku mám zatím prstencovou \(poloidní\) s bifilárním \(dvojlíkovým\) vinutím, jak jsem psal minule:](#)

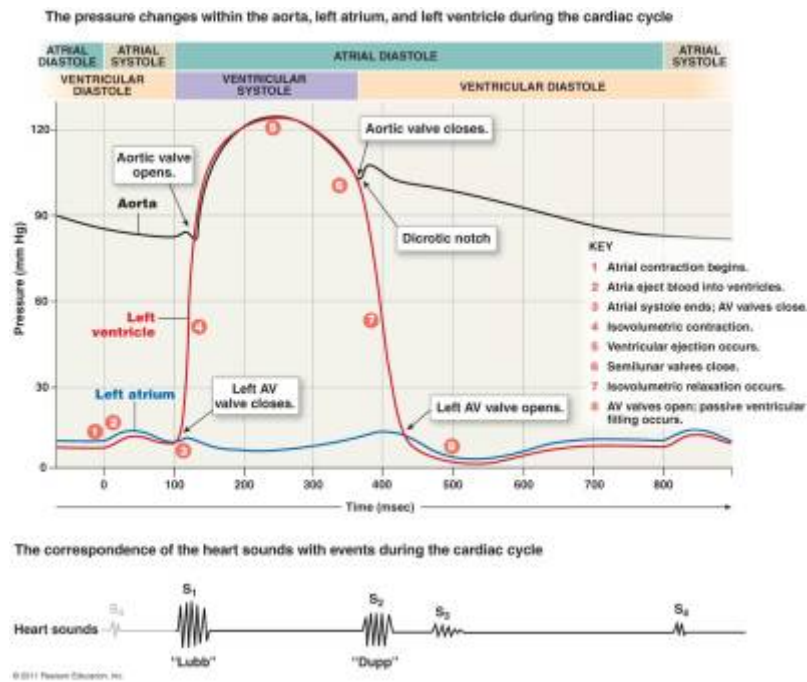


Aby bylo magnetické pole v cívce dostatečně silné, potřebuji dostatečné proudy v ní, ale ne větší než je schopno vydržet vinutí. Jde o pulzy, takže nebude proud proudit stále v plné síle. Vinutí tedy snese větší proudy, než maximální stejnosměrný proud daného drátu, aby se neroztavil tepelnými

ztrátami. Ideálně bych měl supravodivý vodič, ale to až někdy jindy 😊 Zatím si myslím vystačím s proudem do několika A. Na to potřebuji modulovaný zdroj proudu (s malou výstupní impedancí).

Tato cívka má asi 2 x 30 závitů s průměrným poloměrem 17 cm a výškou 4 cm. Velmi nepřesný odhad její indukčnosti L tedy bude kolem 1 H pro relativní permeabilitu 100, kterou možná bude mít jádro cívky tvořené reaktorovou koulí s železnými nanočásticemi. Vodič má průřez 0,75 mm<sup>2</sup> a tedy maximální proudové zatížení kolem 13 A.

[Tep srdce dobře vystihují tyto záznamy průběhu tlaku v srdeční komoře:](#)



Prakticky jde téměř o sinusový (kosinusový) průběh s jednou kladnou polaritou a vynechanou zápornou polaritou. Frekvence je v klidu člověka něco kolem 1,2 Hz.

Impedance této cívky Rl při výše uvedené frekvenci tedy bude se zanedbáním odporu měděného drátu kolem 2 x 2 Ohm, pokud uvažuji poloviční frekvenci kvůli polovičnímu sinusovému signálu (jen plus napětí). To je srovnatelné s dnešními zvukovými reproduktory.

Proud 10 A mi dá při dané impedanci potřebné napájecí napětí 2 x 20 V. To máme příkon 2 x 200 W. To jsou jen odhady a realita se uvidí.

Pro generování takového signálu mám několik možností:

- Generátor signálu spolu s vhodným výkonovým zesilovačem
  - Generátorem signálu může být
    - Zvuková „karta“ počítače
      - Zvukové karty mají většinou na výstupu filtrovací kondenzátory (AC coupled), které znemožňují výstup signálu s frekvencí menší než několik Hz.
        - V našem případě se potřebuji dostat na frekvenci kolem 1 Hz, což umí jen některé zvukové karty bez filtrace nízkých kmitočtů (DC coupled)
        - Signál zvukové karty má amplitudu kolem 1 V
        - Dobrá by byla samostatná USB karta pro lepší bezpečnost
        - Některé možnosti jsou:
          - [AXAGON ADA-15 USB](#)
    - Generátor funkcí (DDS apod.)
      - To je dražší varianta
      - Umožňuje často generování širokého rozsahu frekvencí od několika mHz do MHz a signálů jako sinus, pila, pulzy apod.
      - Někdy umožňuje generování vlastního zadaného signálu (AWG)
  - Zesilovač třídy D s PWM a mosfety s výkonem alespoň 2 x 100 W
    - Frekvenční odezva zesilovačů do auta bývá 5 - 50 kHz. Jak se chovají při nižší frekvenci je nejisté.
    - Některé možnosti jsou:
      - [MAC AUDIO MPExclusive 2.0 XL](#)

- [Magnet Edition Two Limited](#)
- PWM (Pulse Width Modulation) se spínanými výkonovými (MOSFET) tranzistory a nízkofrekvenčním filtrem (low pass filtr), který pulzní signál vyhladí
  - PWM signál lze generovat více způsoby
    - softwarově řízenými GPIO piny mikrokontroléru
      - nevýhoda je malá kontrola na frekvenci signálu
    - hardwarově řízené PWM
      - výhoda je stálá frekvence signálu
      - samostatný elektronický obvod s možností řízení z mikrokontroléru nebo bez ní
  - zesílení a filtrace by měla být také poměrně jednoduchá, ale vyžaduje další studium
    - to je podobné jako u výkonového stupně zesilovače třídy D
  - Některé možnosti jsou:
    - [TAS5614LA Evaluation Module](#)
      - stereo/mono 150/300 W zesilovač třídy D s digitálním PWM vstupem

## Červen

- Navinul jsem bifilární (vinuto dvojlinkou) poloidní (vinuto podél velkého obvodu) cívku pro



pozdější testování



- Navinul jsem bifilární (vinuto dvojlinkou) plochou spirální (Teslovu) cívku pro pozdější



testování



- Obdržel jsem vzorek nanočástic železa Nanofer Star



- Koupil jsem a obdržel
  - [plastové komory](#)
  - [polystyrenové věnce na cívky](#)



- [dvojlínku na vinutí cívek](#)



- Dokončil jsem [3D model](#), který jsem připravil na 3D tisk

## Květen

Pro vířivý pohon tekutiny v komoře reaktoru je několik možností:

- Motor (vně komory) s vhodným rotorem (v komoře) na hřídeli procházející vodotěsným otvorem ve stěně komory
- Magnetický rotor (v komoře) poháněný zvenku točivým magnetickým polem
  - Rotor může být
    - permanentní magnet vhodného tvaru

- tekutina sama, pokud bude magnetická
  - ferotekutina
  - ormus/gans tekutina
- Točivé vnější magnetické pole může být vytvářeno
  - otáčejícími se magnety
  - elektromagnety
    - věncová (toroidní) cívka vinutá
      - s několika vinutími s fázově posunutým budícím napětím
      - s jedním vinutím
      - se dvěma vinutími navinutými dvojlínkou současně (bifilární)
        - tady je možnost různého spojení konců vodičů dvojlínky, aby tekla elektrický proud dvojlínkou
          - souběžně
          - protiběžně
    - spirální (pancake) plochá cívka navinutá
      - s jedním vinutím
      - se dvěma vinutími navinutými dvojlínkou současně (bifilární)
        - tady je možnost různého spojení konců vodičů dvojlínky, aby tekla elektrický proud dvojlínkou
          - souběžně
          - protiběžně
          - dostředivě
          - odstředivě

A z nich mi nejlépe vychází magnetická tekutina v komoře poháněná vnějším točivým polem z věncové cívky buzené pulzním napětím vhodného průběhu.

## Začátek roku

Návrh reaktoru počítá s vysokorychlostním motorem s rotorem uvnitř komory pro vířivý pohon tekutiny.

- Komora
  - dvě polokoule
    - jedna s otevřeným pólem pro osazení motoru s rotorem
      - horní polokoule
      - jak nejlépe zajistit vodotěsnost spoje a ochranu motoru před kapalinou v komoře?
    - jedna s plným pólem
    - později by se daly kombinovat třeba dvě polokoule každá se svým motorem
- Vysokorychlostní motor s ovladačem
  - z těchto [Celeroton motorů](#) vybírám
    - [CM-2-500](#)
      - 100 W, 500 000 otáček za minutu
  - z těchto [ovladačů](#) vybírám
    - [CC-75-400](#)
      - 400 W, 0 - 500 000 otáček za minutu, USB
  - Cena podle výrobce vychází na 65 000 Kč, což je příliš
- Rotor
  - několik typů vyměnitelných rotorů připojených ke hřídeli motoru

- disky s mezerami (podobně jako Teslova turbína)
- tornádový tvar se spirálovými drážkami či výstupky
- později zkusit magnetické rotory zvenku poháněné rotujícími magnety či cívkami apod., aby nemusela mít komora průchody pro hřídele motorů