

# Vývoj PIR 1

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

## 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 střídy
  - 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:

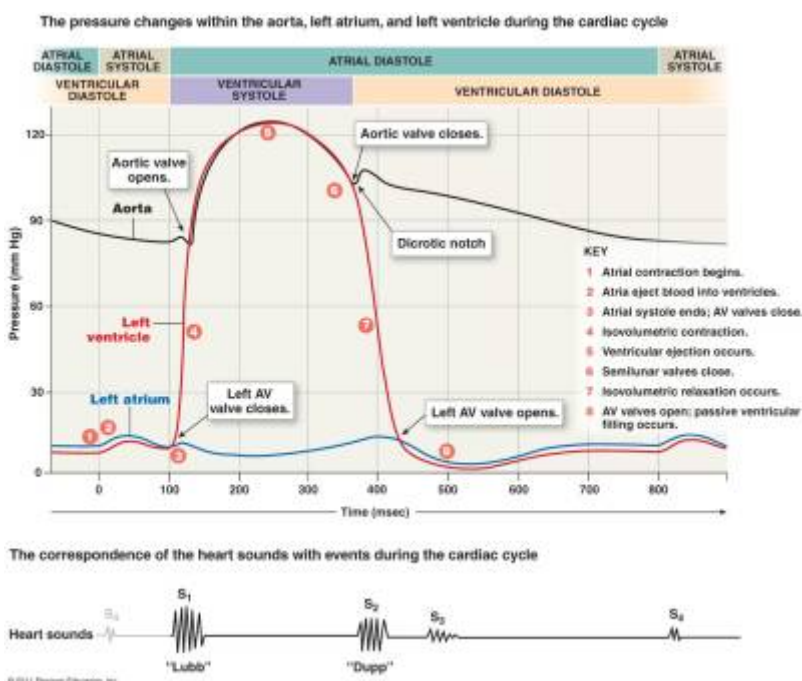


Aby bylo magnetické pole v cívce dostatečně silné, potřebuji dostatečné proudy v ní, ale ne větší než je schopno vydržet vinutí. Jde o pulzy, takže nebude proud proudit stále v plné síle. Vinutí tedy snese větší proudy, než maximální stejnosměrný proud daného drátu, aby se neroztavil tepelnými

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  $R_l$  při výše uvedené frekvenci tedy bude se zanedbáním odporu měděného drátu kolem  $2 \times 2 \text{ Ohm}$ , 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  $2 \times 20 \text{ V}$ . To máme příkon  $2 \times 200 \text{ W}$ . 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  $2 \times 100 \text{ W}$ 
      - 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](#)
        - [Magnat 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 dvojlínkou) poloidní (vinuto podél velkého obvodu) cívku pro



pozdější testování



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



testování



- Obdržel jsem vzorek nanočástic železa Nanofer Star



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



- dvojlunku 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 dvojlinkou současně (bifilární)
          - tady je možnost různého spojení konců vodičů dvojlinky, aby tekla elektrický proud dvojlinkou
            - souběžně
            - protiběžně
      - spirální (pancake) plochá cívka navinutá
        - s jedním vinutím
        - se dvěma vinutími navinutými dvojlinkou současně (bifilární)
          - tady je možnost různého spojení konců vodičů dvojlinky, aby tekla elektrický proud dvojlinkou
            - 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