

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](#)
- Sledování reaktoru
 - [Kamera](#)
 - Třiosé 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 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 [BangGood](#) a [Farnell](#) 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:

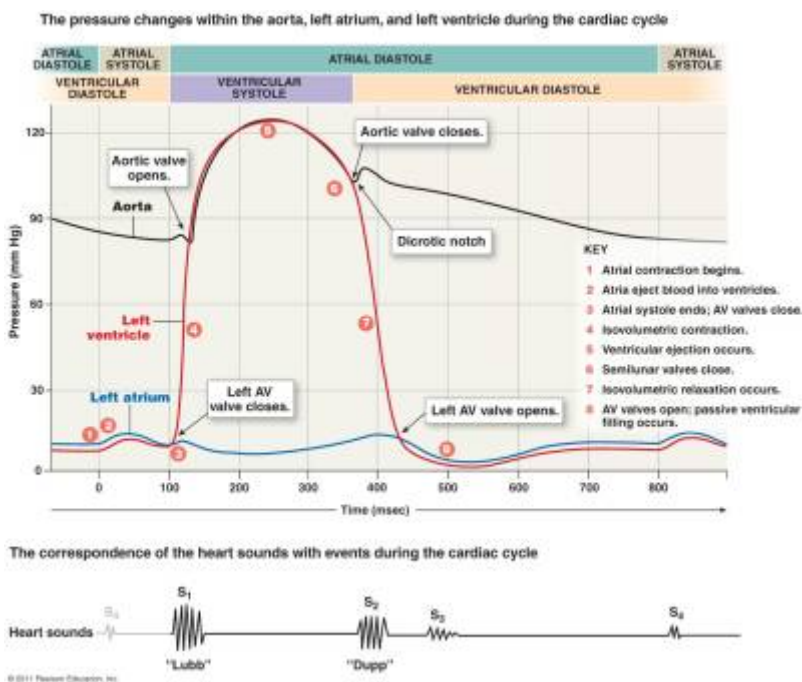


Aby bylo magnetické pole v cívce dostatečně silné, potřebuji dostatečné proudy v ní, ale ne větší než je schopno vydržet vinutí. Jde o pulzy, takže nebude proud proudit stále v plné síle. Vinutí tedy snese větší proudy, než maximální stejnosměrný proud daného drátu, aby se neroztavil tepelnými

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 mm² 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