



Středoškolská technika 2011

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

Vozítko na Peltierův článek

Jan Snítíl

Střední průmyslová škola elektrotechnická
a Vyšší odborná škola Pardubice, Karla IV. 13,



ANOTACE:

Tato práce se zabývá využitím Seebeckova-Peltierova jevu k výrobě elektrické energie pomocí Peltierova článku, která je následně využívána k pohonu mikroprocesorem řízeného vozítka. Toto vozítko se orientuje v prostoru pomocí velice citlivých IR čidel. Je schopné vyhodnotit překážku a poté ji objet jinou bezpřekážkovou trasou vhodnou k pohybu. Na termoelektrickém měniči jsou výstupní svorky, ze kterých lze přímo měřit výkon článků. Totožné svorky jsou na výstupu z desky plošného spoje, která se chová jako vyhlazený, stabilní, stejnosměrný zdroj + 5 V. Tímto je zajištěna možnost napájení jiného menšího spotřebiče.

ANNOTATION:

The work deals with use Seebeck - Peltier effect to generate electric power by Peltier's cell, then electric energy is used by vehicle controlled by microprocessor. This vehicle is oriented in space, cause it is using the extremely sensitive infrared detectors. It is capable of evaluate an barrier and after then go around the other way. The thermoelectric cells have the output terminals. On the terminals is possible direct measuring, wich is the supplied by cells. The same terminals are on the output board of stable DC power source + 5 V, with this terminals is possible supply smaller units.

OBSAH:

1. ÚVOD:	4
1.1. Seznámení	5
1.2. Seebeckův jev	5
1.3. Peltierův jev	5
2. TERMOELEKTRICKÉ ČLÁKY	5
2.1. Články TEG	5
2.2. Články TEC	7
3. ZÁKLADNÍ POJMY A PROBLEMATIKA:	8
3.1. Vozítko	8
3.2. Funkce a parametry přístroje:	8
4. ELEKTRICKÁ ČÁST	9
4.1. Funkce jednotlivých DPS	9
4.1.1. Zdroj	10
4.1.2. Elektronické schéma zdroje:	10
4.2. Řízení pomocí PIC:	11
4.2.1. Řídící jednotka s PIC:	11
4.2.2. Schéma Řídící jednotky s PIC:	11
4.3. Čidla překážek:	12
4.3.1. Čidla:	12
4.3.2. Elektronické Schéma čidel překážek:	13
4.4. Snímač polohy předních kol:	13
4.4.1. Snímač polohy:	13
4.4.2. Elektronické schéma snímače předních kol:	14
5. OŽIVENÍ ELEKTRICKÝCH ČÁSTÍ:	15
5.1. Oživení zdroje:	15
5.2. Oživení Snímače polohy kol:	15
5.3. Oživení čidel překážek:	16
6. MECHANICKÁ ČÁST:	16
7.1. Návrh mechanické části:	17
7.2. Popis jednotlivých mechanických částí:	17
7.2.1. Chladiče:	18
7.2.2. Hřevná část	18
7.2.3. Podvozek:	18
7.2.4. Kola:	19
8. ZÁVĚR:	19

1. ÚVOD:

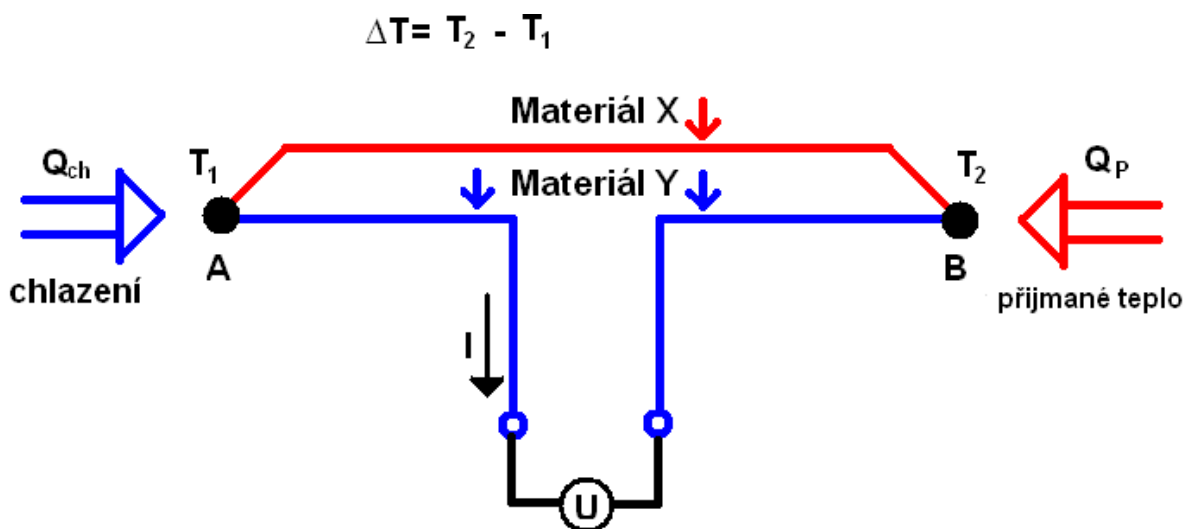
1.1. Seznámení

V dnešní době sílí poptávky po alternativních zdrojích energie a hledání zavítalo až k problematice využití odpadního tepla. Díky tomuto trendu začínají být čím dál častěji používány zařízení využívající termoelektrické jevy. Ve většině případů jsou Peltierovy články díky své ceně a účinnosti, pohybující se kolem 10%, využívány spíše pro méně náročné chlazení. Takovéto Peltierovy články patří do řady TEC (Thermoelectric Cooler) a jsou využívány jako zmíněné chlazení všemožných zařízení. V opačném případě jsou vyvíjeny a zdokonalovány články, využívající Seebeckův jev, TEG (Thermoelectric Generator) používány jako zdroj elektrické energie.

1.2. Seebeckův jev

Seebeckův jev byl zpozorován a popsán již v roce 1821 *Thomasem Johannem Seebeckem (1770 – 1831)*, po němž je pojmenován.

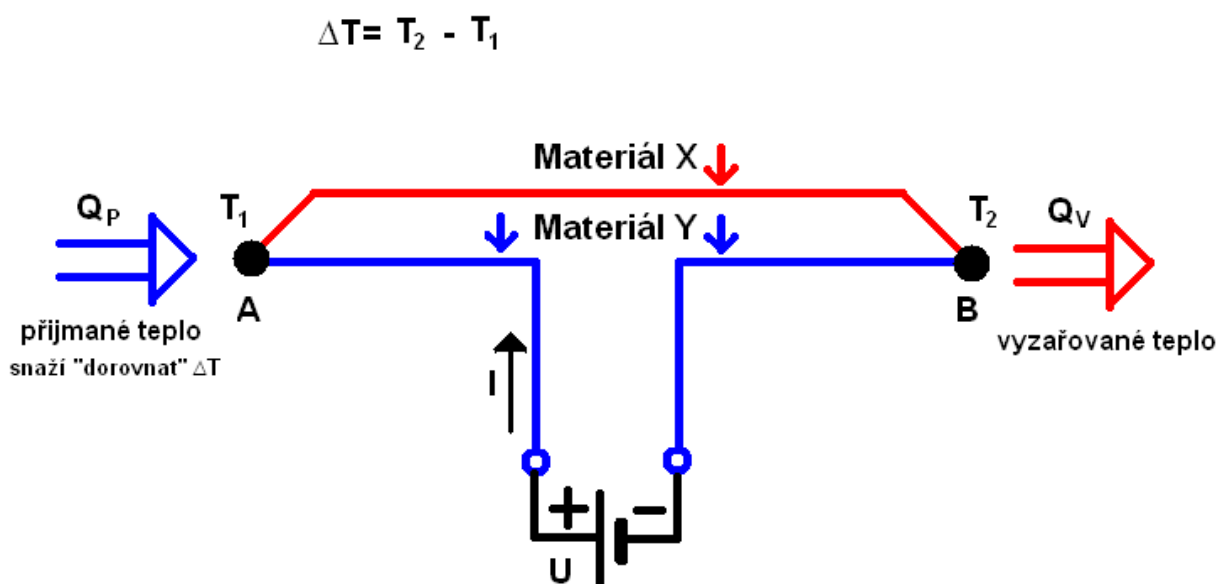
Tento fyzik popsal termoelektrický jev, pokud spojíme dva různé vodiče a následně vytvoříme teplotní gradient ΔT mezi těmito vodiči, pak na koncích vodičů bude vznikat termoelektrické napětí závislé právě na tomto teplotním rozdílu. To znamená čím větší ΔT , tím větší elektrický výkon dostaneme na výstupních svorkách tohoto spojení vodičů.



Obr. 1 Seebeckův jev

1.3. Peltierův jev

Roku 1843 objevil J. Peltier podobný jev inverzní k Seebeckově jevu. Při průchodu elektrického proudu dvojicí kontaktů, tvořených různými vodiči (kovů, většinou kombinace Bismutu a Telluru), dochází ke zvětšování rozdílu teplot ΔT mezi těmito vodiči. To znamená, že se jeden kontakt zahřívá a druhý ochlazuje. Teplotní rozdíl závisí na velikosti procházejícího proudu.



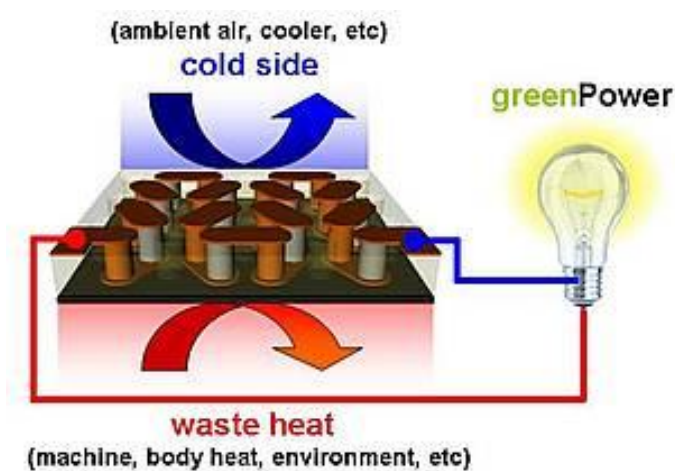
Obr. 2 Peltierův jev

2. TERMOELEKTRICKÉ ČLÁKY

2.1. Články TEG

Termoelektrický generátor (TEG) je článek, který dokáže převádět tepelný rozdíl mezi vodiči přímo na elektrickou energii, bez dalších měničů. TEG elementy pracují na základě „Seebeckova jevu“, dnes jsou používány a vytvářeny polovodiče přímo pro tyto účely. Tyto články jsou z konstrukčního hlediska velice podobné mnohem rozšířenějším Peltierovým, které se běžně využívají pro chlazení. Hlavní rozdíl je v použitých materiálech, díky kterým je maximální rozdílná teplota u TEG článků pro generování elektřiny i přes 500°C . V případě technologie TEC, je tato maximální rozdílová teplota

ΔT jen kolem 100-200°C. Díky větší rozdílné teplotě, kterou je polovodič schopný vydržet se razantně zvýší účinnost článků použité k výrobě elektrické energie. Účinnost se v těchto případech dá zlepšit na deseti násobek hodnoty výstupního výkonu s články technologie TEC, použité jako generátor. To znamená, že účinnost TEG článků může dosáhnou účinnosti kolem 5-10%. Konstrukční provedení TEG je velice prosté. Samotný článek je tvořený polovodičem, který je sevřený mezi kovové deskové kontaktní desky, „horkou“ a chlazenou desku. Toto zařízení nemá žádné pohyblivé části, z čehož je jasné, velká spolehlivost a nenáchylnost na mechanická poškození. Na druhou stranu je zde fakt, velice snadného poškození co se týče nedodržení předepsaných hodnot teplot uvedených pro každou stranu článku. Při překročení těchto hodnot je téměř jisté zničení samotného polovodiče, přeměňujícího tepelnou energii na elektrickou.



Obr. 3 TEG odpadní teplo

V dnešní době se vyvíjejí polovodiče použité v TEG pro různé hodnoty teplot na stranách samotného článku. Například jsou zde takové typy, které vydrží přímý kontakt s plamenem, to znamená že hodnota teploty „horké“ strany je rovna přibližně 1000°C a teplotní rozdíl je zde také obrovský. Výkony článků vyráběných v této době dosahují od desítek Wattů ke stovkám, ve výjimečných případech tisíců Wattů, těch je však velice málo.

Použití takových to článků je velice rozmanité. Některé z projektů uvažují použití těchto prvků ve zpracování odpadního tepla například na odpadních trubkách vody či špatné tepelné izolaci domů, kde teplo je zmařeno vyzářením do okolí. Či další použití, která záleží pouze na lidské vynalézavosti a tvorby. Největším důvodem proč jsou

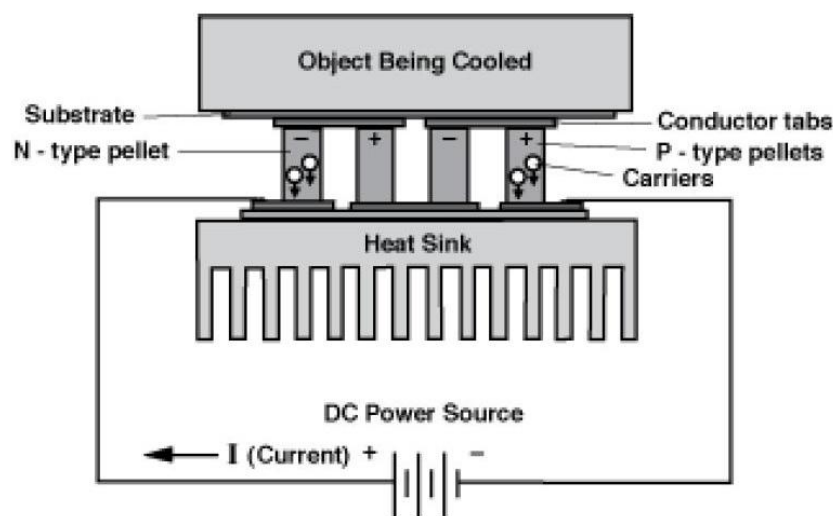
vyvíjeny takovéto zařízení je honba průkopníků v ušetření životního prostředí a zapsání svého vynikajícího patentu ve využití dále „nepotřebného“ tepla.

Z těchto informací, faktů je jasné, že zařazení tohoto prvku jako elektrického generátoru do obvodů je snadné, protože má „pouze“ dva vývody, ve stejnosměrných obvodech tzv. + a zem. Z tohoto důvodu a námětu jiného řešitele jsem se rozhodl použít jednoho z těchto prvků.

Protože bylo a prozatím je stále známější a využívanější článků TEC-„chladičů“, zůstává tomuto elementu, podle mého názoru, chybný název Peltierův článek.

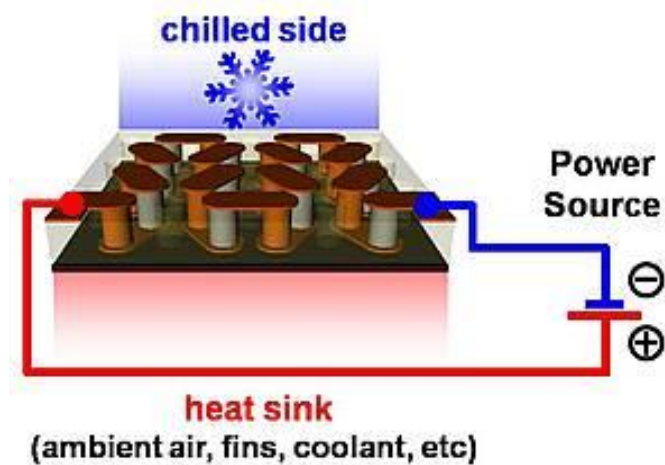
2.2. Články TEC

Termoelektrický chladič (cooler -TEC) je článek, který dokáže procházející elektrickou energií vyvolat transport tepla. Tím dojde k teplotnímu rozdílu u polovodičů, či kovů, reagující na procházející proud bez dalších měničů. TEC elementy pracují na základě „Peltierova jevu. Tyto články jsou mnohem rozšířenější než teprve se rozvíjející technologie článků TEG. Z konstrukčního jsou hlediska velice podobné běžně se využívají pro chlazení.



Výkony komerčně dostupných TEC modulů se dnes pohybují v řádu jednotek μW až stovek W. Princip činnosti TEC modulu je znázorněn na obr.5. Při průchodu stejnosměrného proudu modulem dochází na jedné straně modulu k absorpci tepla (tzv. studená strana), na druhé straně (tzv. teplá strana) je teplo vyzařováno prostřednictvím chladiče do okolního prostředí. Změna směru proudu má za následek přenos tepla opačným směrem. Těto skutečnosti lze využít například při konstrukci přesných teplotních stabilizátorů pro uchovávání materiálů v definovaných teplotách. Tyto

články mají v opačném využití, jako zdroj energie 10 x nižší účinnost, než k tomu určené TEG.



Obr. 4, 5 TEC Chladič

3. ZÁKLADNÍ POJMY A PROBLEMATIKA:

3.1. Vozítko

Vozítko na Peltierův článek využívá Seebeckova jevu, k výrobě elektrické energie, která je následně použita k napájení mikroprocesoru PIC, který vyhodnocuje signály přijaté od infračervených čidel a samozřejmě celého vozítka. Procesor po zhodnocení přijatých informací se vyhne případné překážce, brání bezpečnému projetí vozítka. Je zde naznačena možnost použití odpadního tepla v různých situacích pro další zpracování.

3.2. Funkce a parametry přístroje:

Možnost pohybu v „neznámém“ prostředí.

Okamžitá výroba elektrické energie i při nejmenším rozdílu teplot dvou stran..

Možnost napájení menších spotřebičů.

Využívající Seebeckova jevu k výrobě el. energie. Spotřebovává tedy odpadní teplo

Max. dodaný výkon článku.....1 W

Hmotnost.....1,15 kg

Rozměry.....uvedené dále v dokumentu

4. ELEKTRICKÁ ČÁST

4.1. Funkce jednotlivých DPS

4.1.1. Zdroj

Vstupní filtr je tvořen kondensátory C101 a C102, vstupního napětí přivedené přímo z článku. Tyto kondensátory zároveň drží stále napětí při různém okamžitém odběru vozítka. Dvojice tranzistorů T101, T102, rezistory R101, R102, potenciometr P101, kondenzátor C103 a cívka L101 vytváří rezonanční obvod. Tranzistor T102 pouští pulsy napětí do cívky L101. Při každém sepnutí a následném rozepnutí T102 se vytvoří vlastní indukci cívky L101 napěťový impuls opačného charakteru. Tento puls se přičte k odfiltrovanému napájecímu napětí a projde přes diody dvojici diod D101 a D102 (jsou zvoleny 2 BAT48 z předešlých zkušeností). Potenciometr P101 slouží k přibližnému nastavení maximálního proudu, se kterým může obvod pracovat (proudový omezovač).

Výstupní filtr tvořený kondensátorem C104 je zde kvůli napěťovým impulsům z L101. Dioda D103, potenciometr P102 a rezistor R104 vytváří referenční napětí na bázi tranzistoru T104, které při překročení 0,6V sepne samotný tranzistor. Při sepnutí tranzistoru T104 se sepne přes rezistor R103 tranzistor T103. Sepnutý tranzistor T103 následně zablokuje rezonanční obvod. Následně přestanou vznikat napěťové pulsy procházející cívkou L101 a napětí začne klesat. Dalším problémem k vysvětlení je stabilizace výstupního napětí. Na P102 nastavíme jezdec do polohy, při které na výstupu naměříme přesně 5 V. Při přepětí na výstupu měniče, slouží k ochraně následujících částí Zenerova dioda ZD10, dojit k přepětí může při poruše na měniči či pochybení na straně obsluhy. Z tohoto důvodu nastavujeme napětí trimrem P102 od D103 (postupně zvyšujte napětí na 5V). Pokud byste začínali naopak může se stát, že zničíte měnič (pokud budete mít štěstí, tak odejde pouze T102). C105 pak slouží k hrubšímu odfiltrování napětí a stabilizaci při změnách odběru řídicí elektroniky.

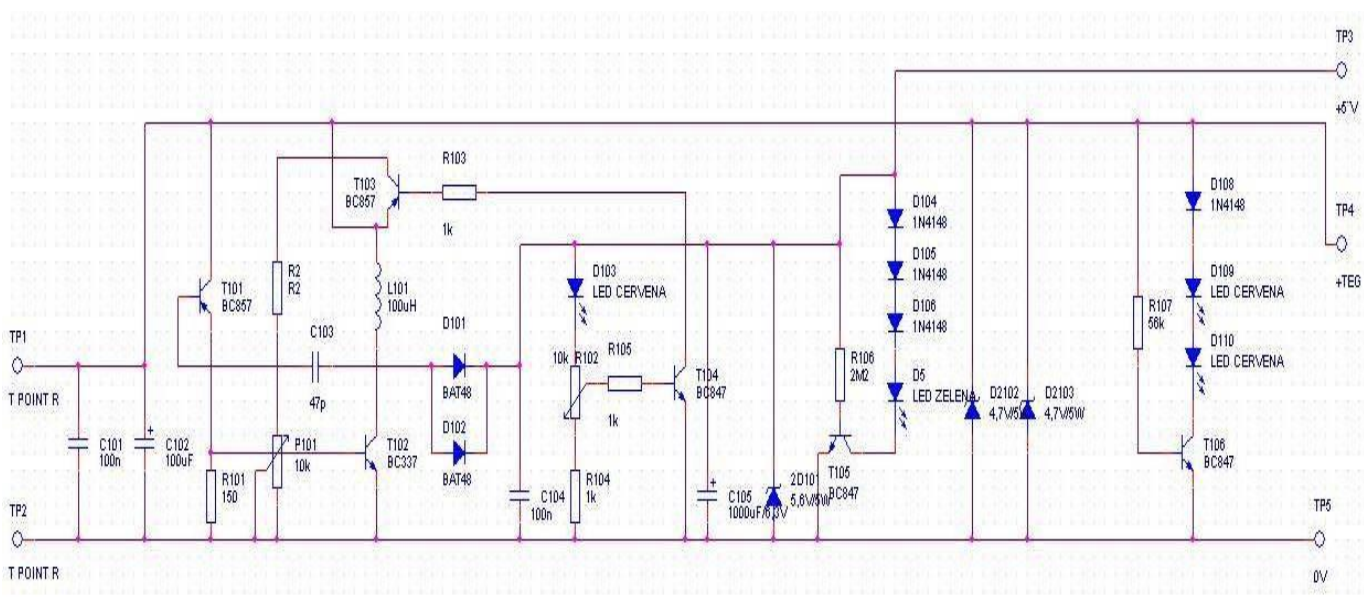
Rezistor R106, T105, D104 až D107 slouží pouze k indikaci konstantního napětí + 5 V na svorkách zdroje. Rezistor R106 a tranzistor T105 tvoří proudový stabilizátor který se snaží udržet konstantní proud 0,5 mA protékající přes diody D104 až D107, minimální napětí potřebné k průchodu proudu je min. 4,5 V. Pokud toto napětí klesne pod 4,5 V dioda D107 zhasne.

Následně Zenerovy diody ZD102, ZD103 vytváří přepětovou ochranu ve větvi, kde je přivedeno napětí z termočlánku (+TEG), jsou zde zapojeny dvě z důvodu možného velkého dodaného výkonu, který u některých, nám dostupných, článků dosahuje 6 W. Při běžném zahřátí však dosahuje maxima 3,5W. Rezistor R107, tranzistor T106 a diody D108 až D110 mají podobný princip jako indikátor napětí + 5 V, zde má funkci indikátoru přepětí. Tedy pokud napětí na větvi +TEG se převyší hodnota více jak 3,5 - 4 V, toto napětí rozsvítí červené LEDky D109 a D110. Tato indikace slouží k příliš velkému rozdílu teplot a tím maření energie na výkonových Zenerových diodách ZD102 a ZD103.

Tento zdroj násobí od vstupního napětí o hodnotě 0,8 V až do 4,7 V.

K indikaci nedostatku energie slouží také mikroprocesor, který rozblíká LEDku na DPS čidel překážek. Napětí na výstupu bude kolísá mezi 5 V a přibližně 4,4 V. Vozítko nastartuje pohybový režim po dostatečném rozeřtání, LEDka D107 zhasne.

4.1.2. Elektronické schéma zdroje:



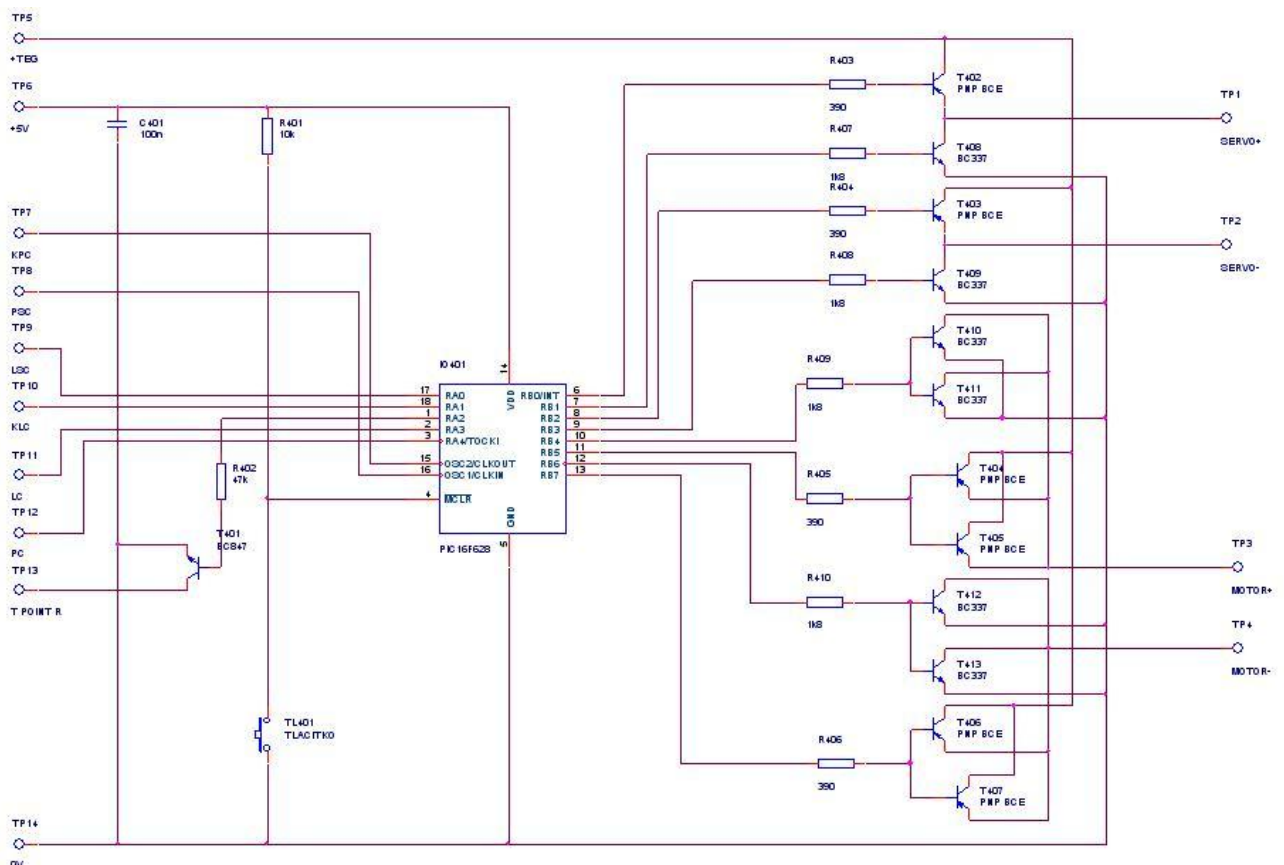
4.2. Řízení pomocí PIC:

4.2.1. Řídící jednotka s PIC:

Mikroprocesor PIC16F628 je mozek celého vozítka. Nahrát program je napsán v Assembleru. Program řídí veškerý pohyb a funkce vozítka, tím se stává vozítko inteligentní.

Kondensátor C401 slouží jako filtr napětí na větvi +5 V. Takovýto filtr je důležitý, nejen z důvodu držení napětí, také pro zachycení pulsů, které by mohly ovlivnit funkci programu. R402 a tranzistor T401 slouží jako zesilovač vysílacího signálu pro IR LED. IR LEDky mají omezený proud na 20 mA rezistorem R402. Rezistor R401 a TL401 slouží k resetu mikroprocesoru v případě zamrznutí, či řešení jiného problému programu. V zapojení jsou ještě umístěny tranzistorové H-můstky zesilující signál k ovládní pohonného motoru a serva. Ovládní motoru a serva je napájena napětím přímo z článku + TEG, nemají žádné proudové, ani napěťové omezení.

4.2.2. Schéma Řídící jednotky s PIC:



4.3. Čidla překážek:

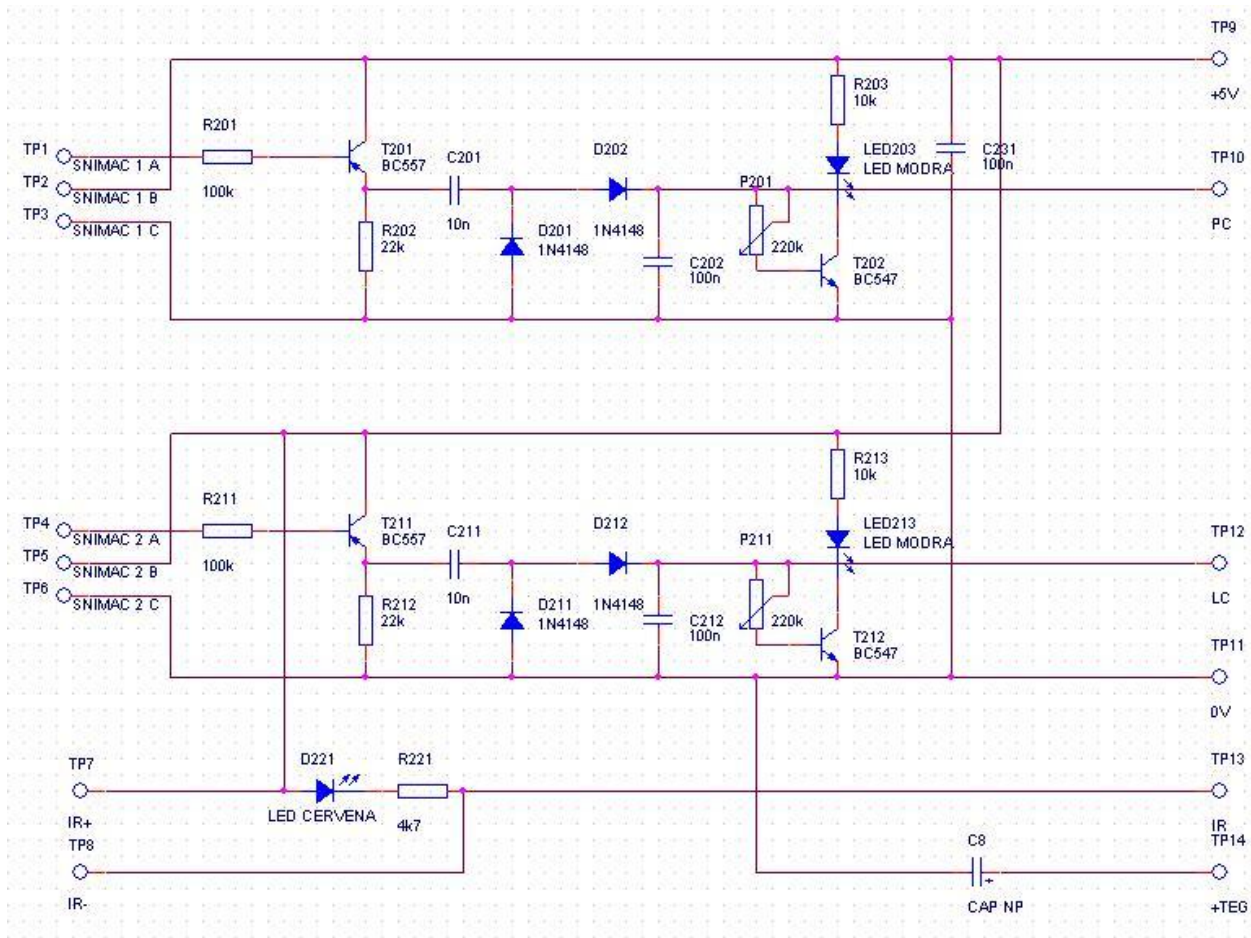
4.3.1. Čidla:

Čidla pracují na principu odrazení modulovaného IF signálu, o frekvenci 36 kHz, od překážek. Generátor signálu pro IR LED D222 a D223, je umístěn v mikroprocesoru. Dioda D221 slouží k informování o vysílání IR paprsků a k zjištění vozítka za dostatek energie při rozjíždění. Princip je následující, program sepne při startu po dobu 2s IR LED a tím i D221, tyto diody mají největší odběr 20 mA při 5 V to znamená, že před násobičem při rozehrívání bude odběr z termočlánku více jak 100 mA. Pokud při této zátěži udrží napětí nad 4,5 V za násobičem, spustí řídicí program a vozítko se rozjede. Rezistor R221 slouží k omezení proudu do D221 na hodnotu 0,5 mA.

Signál z přijímačů je zesílen zesilovačem tvořeným R201, T201 a R202. Kondensátor C201, C202 a diody D201, D202 a slouží jako horní propust. Čím více impulsů projde kondensátorem C201, tím vícekrát se nabije energií uloženou v C201 při 5 V C202. Jednoduše řečeno čím vyšší frekvenci zachytí IR přijímače, tím více energie se přeneso do C202. P202 vybíjí C202 kvůli snímání napětí PIC mikrokontrolérem. Čím menší odpor je na P201, tím menší mají čidla citlivost. Další účel je indikace překážky, rozsvítí se D203, Informace o napětí pro mikrokontrolér bereme z horní propusti - výstup PC (pravé čidlo) a LC (levé čidlo). Hodnoty jsou zvoleny, aby obvod reagoval na frekvence vyšší než 50Hz aby nedocházelo k již zmíněnému rušení ze sítě. Celá tato část je v zapojení 2x.

Kondenzátor C231 v obvodu slouží k odfiltrování vf rušení a tím lepší práci obvodu, C221 zde slouží ke stabilizaci a filtrování napětí z termočlánku + TEG.

4.3.2. Elektronické Schéma čidel překážek:



4.4. Snímač polohy předních kol:

4.4.1 Snímač polohy:

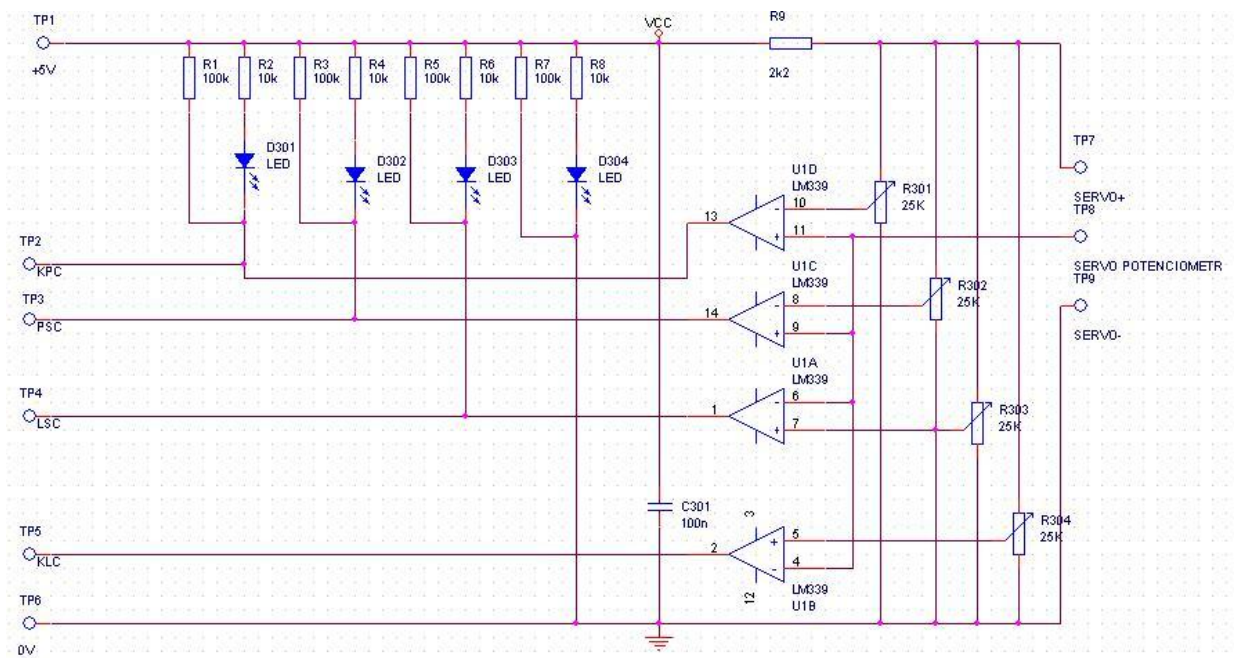
Poloha přených kol je snímána pomocí trimru vnitru serva. Servo musí být vlastnoručně upravené. Úprava spočívá ve vytažení původní elektroniky, motor, převody a trimr napojený přímo na hřídelku táhla zde zůstane. Toho táhlo je napojeno na přední kola, které pohybem natáčí. Je třeba vyvést samostatné vodiče od servomotoru a trimru. Pro motor jsou dva a pro trimr tři. Do krajních vývodu trimru je připojeno napájecí napětí snižené o úbytek na rezistoru R309 a na prostředním vývodu se je plynule měněno napětí podle natočení, polohy kol. Rezistor R309 je zde kvůli úbytku, potřebného signálu vyhodnocujícího komparátorem. Komparátory pracují s maximálními napětími 3,5 V, minimálně o 1,5 V nižší než je jejich napájecí napětí. Při vyšších napětích signálu udávají

na výstupech chybné informace. Napětí z prostředního vývodu trimru uvnitř serva je porovnáváno s nastálo nastavenými čtyřmi úbytky napětí na P301 až P304. Pomocí IO301, skládající se ze 4 samostatných komparátorů, se na těchto potenciometrech nastaví poloha kde se mají měnit výstupní hodnoty komparátoru.

To je nastavení místa, kde jsou kola natočeny vlevo, uprostřed a vpravo - jejich polohy, pro informace patřící mikrokontroléru. Při oživování zde pak můžete přesně a plynule nastavit, jak mají být přesně v jaké poloze kola natočena.

R305 až R308 ve schématu slouží k omezení proudu pod 0,5 mA do LED diod D301 až D304, které se rozsvěčují podle polohy předních kol. Pokud jsou kola uprostřed, nesvítí žádná LED. Při natočení kol ke kraji se vždy rozsvítí jedna střední LED a pak krajní. Do LED diod je proud omezen na 0,5 mA.. R301 až R304 jsou zde kvůli vnitřnímu zapojení komparátoru, který spíná pouze se záporným pólem, tedy tyto rezistory vytvoří kladné hodnoty na vstupu PIC mikrokontroléru při rozepnutých komparátorech (log 1). C301 v zapojení slouží pouze k odfiltrování rušení a tím lepší práci komparátorů.

4.4.2. Elektronické schéma snímače předních kol:



5. OŽIVENÍ ELEKTRICKÝCH ČÁSTÍ:

5.1. Oživení zdroje:

Úplně nejdříve je třeba správně nastavit trimry na zdroji které udávají výstupní napětí + 5 V. Jak je tedy zřejmé, zdroj nesmí být připojený k dalším obvodům vozítka. Oživování zdroje je ta nejvíce choulostivá věc na vozítku. Při chybě seřizování by se mohly podařit zničit další obvody. Trimr P102 nastavujeme od nuly, nejdříve úplně k výstupu u D103 (na DPS směr k usměrňovací diodě D102), tím se nastavíte nejnižší výstupní napětí. Následně připojíme na zdroj vstupní napětí, náhradu za termočlánek. Zdroj, který připojíme na svorky – a + TEG musí být proudově omezený na 0,5 A s napětím kolem 1,5 V. Připojíme voltmetr na vývod + 5 V. Postupně pootáčíme trumfem napětí se zvyšuje. Musíme nastavovat výstupní napětí na zdroji + 5 V až na hodnotu 5 V. Doporučení je trimr mechanicky zabezpečit proti mylnému přednastavení. Nejlépe použití vteřinového lepidla. Velice důležité je toto napětí nikdy nepřekročit přes potřebných 5 V. Ve zdroji jsou umístěny na Zenerovy diody 5,6 V, do kterých začne téct proud při překročení tohoto napětí. Rapidně se tím zvýší odběr ze zdroje ze kterého odebíráme proud pro testování zdroje a obvod můžete zničit (zničí se T102). Proto je velice důležité začínat točit trimrem od D103 (na DPS směr k usměrňovací diodě D102), aby napětí rostlo od minima.

Trimr P101 slouží k přibližnému nastavení s proudového omezení (jaký max. proud je schopen zdroj dodat). Ten nastavíme přibližně na polovinu a zakápneme lepidlem tak, aby s ním už nešlo hýbat. Proud by měl být zcela dostačující, pokud bychom potřebovali větší proud v + 5 V větvi, bylo by třeba nastavit P101 na nejmenší odpor.

5.2. Oživení Snímače polohy kol:

Nastavení trimrů u komparátorů na DPS snímače polohy předních kol je lepší nechat na pozdější dobu. Až když budeme mít hotový natáčecí mechanismus vozítka a plně funkční natáčecí přední část vozítka.

Následně nastavíme všechny trimry přibližně na střed. Prostřední dva trimry P302 a P303 vychýlíme mírně od sebe (nastavení poloh PSČ a LSČ), tak aby při mírném pohnutí kol se rozsvítila jedna z prostředních led D302 nebo D303. Program při jízdě dopředu bude

udržovat kola mezi těmito dvěma polohami. Nastavíme trimry tak, aby se při mírné odchylce od středu rozsvítily D302 nebo D303, záleží na straně vytočení kol.

Krajní dva trimry nastavíme také od sebe, mnohem více než natočení trimrů u udržování rovného směru.. Trimry musí být natočeny tak, aby se D301 nebo D304 rozsvítily až budou v takové poloze, kterou uznáme za vhodné z hlediska mechanické stránky vozítka. Tato poloha bude sloužit při otočení předních kol při couvání. Tedy kola v těchto polohách musí být natočena co nejvíce dovolí konstrukce..

Konečná funkce, musí být všechny LED (D301-D304) zhasnuté při přesném vyrovnání kol. Při mírném vychýlení kol se musí rozsvěcovat D302 nebo D303, to jsou vnitřní a při výchylnkách až ke krajům se musí rozsvěcovat D301 nebo D304, vnější. V krajních mezních polohách budou tedy vždy svítit dvě LEDky.

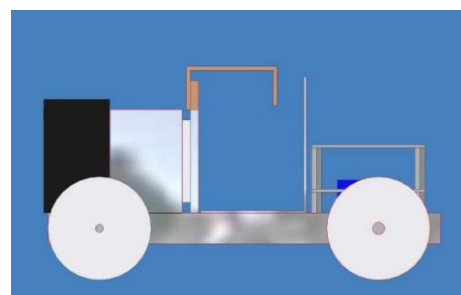
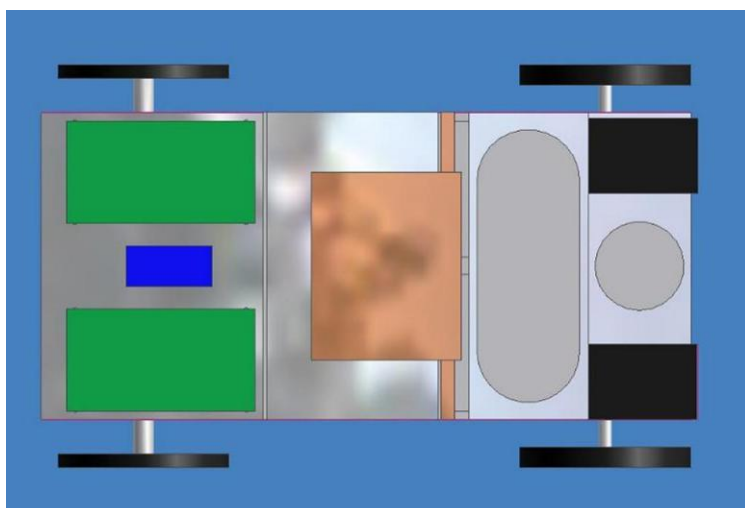
5.3. Oživení čidel překážek:

U tohoto obvodu jsou pouze dva trimry k nastavení citlivosti čidel vůči překážkám. Toto zapojení není úplně nejideálnější pro takovouto regulaci citlivosti, proto je nejlepší oba trimry nastavit na maximální citlivost, maximální odpor. Na DPS to znamená natočit trimr P201 směrem k diodě D202 a trimr P211 směrem k diodě D212. Pokud budou snímače překážek přecitlivělé, upravit jejich mechanické usazení tak, aby měly menší citlivost vyhodnocení překážky. V praxi znamená upravit stínící plech na přední části vozítka v popisu konstrukce vozítka zabraňující, aby se IR paprsek odrážel od podlahy po které se vozítko pohybuje. Musí zachycovat odrážený signál od překážek umístěných výše nad podlahou.

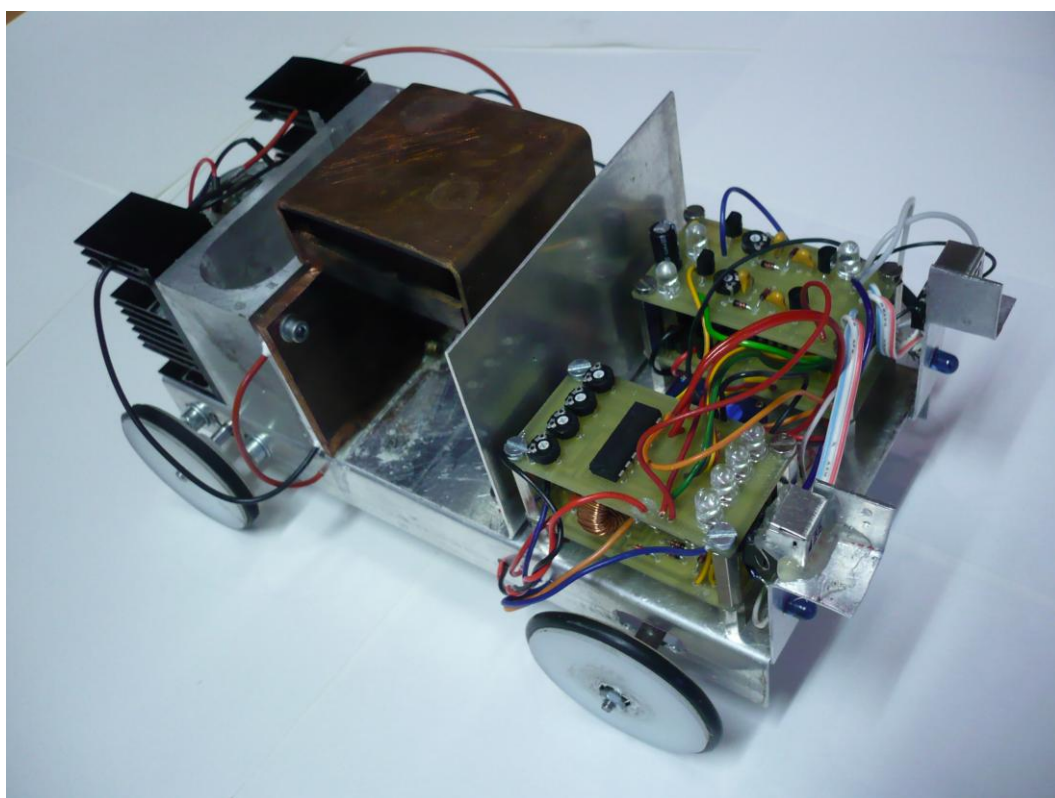
6. MECHANICKÁ ČÁST:

6.1. Návrh mechanické části:

Pro vytvoření mechanické části vozítka mně sloužil 3D program Autocad Inventor 2010 pro modelování mechanických částí různých tvarů. Jsou zde i simulace mechanického namáhání. Na následujících obrázcích je zobrazen hrubý návrh vozítka, na následující stránce je zobrazena současná podoba vozítka.



Obr. 7, 8, 9 3D Návrh

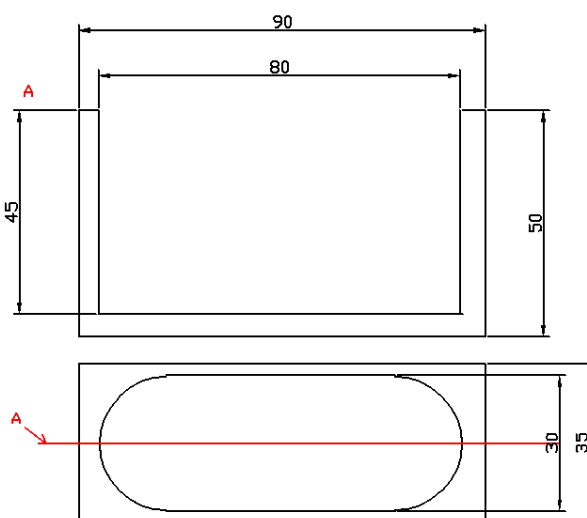


Obr. 10 Vozítko

7.2. Popis jednotlivých mechanických částí:

7.2.1. Chladiče:

Na tomto termoelektrickém článku je jedna ze dvou částí spojená s teplem. Jsou jimi chladiče a strana která se zahřívá. Velký chladič je vyfrézován, na české fréze MAS, z duralového odlitku do tvaru nádržky. Důvod oválného otvoru je prostý, nalije se do něho chladící kapalina, v mém případě voda s ledem. Tato voda má za úkol udržet chlad a při přehřátí drží teplotu 100 °C dokud se kapalina nevypaří.



7.2.2. Hřevná část:

Jako druhá část generátoru je zde hřevná část, která je z mědi. Měď má lepší tepelnou měrnou kapacitu. Jsou proto menší ztráty na předání tepla z lihového kahanu na teplejší stranu článku TEG. Je to ohnutá pásovina, která se používá k propojování vysokonapěťových vedení. O rozměrech 90 mm x 50 mm x 3 mm. Ohnuta je pomocí svěráku, špalku a paličky.

7.2.3. Podvozek:

Podvozek je vytvarován a naohýbán z hliníkového plechu. Pouzdra pro ložiska jsou obráběna ze starého Harddisku. Plech o rozměrech 195 mm x 120 mm x 1 mm byl na dvakrát ohnut. Ohnutím se z rozměru 120 se stane 90 mm a na bocích dvě svislé bočnice o rozměrech 15 mm.

7.2.4. Kola:

Kvůli ušetření hmotnosti jsou kola vysoustružena na soustruhu bulharské výroby. Rozměry kol jsou průměr 45 mm, přední mají 4 mm sílu a zadní 6 mm. V kolech je drážka pro udržení navlíknuté gumičky. S gumičkou mají kola průměr 50 mm.

8. ZÁVĚR:

Výsledkem konstrukce je vozítko na termoelektrický článek využívající Seebeckova jevu k přeměně teplotního rozdílu na elektrickou energii. Zařízení lze využít pro demonstraci využití odpadního tepla a pro zábavu a experimentování s jeho konstrukcí, či naučení programování. Při delším používání tohoto vozítka se konstrukce velmi zahřeje na kritické teploty. Právě z tohoto důvodu bylo vozítko předěláno na dva Peltierovi články typu TEC. Termoelektrický generátor TEG byl zničen, kvůli špatnému datasheetu, ve které byla maximální teplota, kterou měla vydržet „studená“ strana. Touto událostí byl snížen výkon, který jsou dva články v sérii schopné dodat. Toto zařízení lze stále použít k napájení menším spotřebičům.