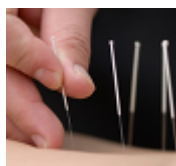


Návrh elektroakugrafu pre akupunktúrnú prax

Fico Tomáš · Elektrotechnika, Medicína, Študentské práce

31.05.2010



Náplňou práce bolo vytvoriť prístroj, ktorý by v akupunktúrnej praxi nahradil doterajšie analógové diagnostické prístroje, a takisto doplnil a zlepšil portfólio už existujúcich digitálnych diagnostických prístrojov. Práca pojednáva o riešení problému, ktorý sa dotýka viacerých oblastí a to akupunktúry, merania kožnej vodivosti, spracovávaní a analýzy údajov na počítači. Elektroakugraf bude využívaný na vyšetrenia pred akupunktúrnou terapiou a na diagnostikovanie predklinických zmien pomocou nových metód.

1. Úvod

Akupunktúra (acupuncture) je liečebná metóda, ktorá patrí do systému tradičnej čínskej medicíny. Patria sem aj iné metódy ako sú masáže, liečenie bylinkami a iné. Slovo akupunktúra je zložené z dvoch latinských slov acus (ihla) a punctura (pichnúť), ktoré naznačujú princíp liečby. Prvé zmienky sa objavili v Číne okolo roku 3000 pred n.l. [1]. Do Európy prenikla až v 17. storočí n.l. a vďaka uspokojivým výsledkom sa ďalej šírila. V 19. storočí už patrila medzi vyhľadávané metódy liečby [2]. Akupunktúra popisuje každý organizmus ako systém a to nie len systém postavený na svaloch, nervoch, orgánov a pod., ale ako sústavu bodov, dráh, energií a informácií.

Je známych cca 1000 akupunktúrnych bodov a všetky sú pospájané meridiánmi – energetickými dráhami. Jednotlivé meridiány sú prepojené medzi sebou a taktiež s niektorými orgánmi tela. Stimuláciou správnych bodov je možné ovplyvniť všetky deje v organizme, tým že vplývame na energo-informačnú (tok energií, meridiány, mikrosystémy), psycho-regulatívnu (emocionalita, vedomie) a bio-morfologickú rovinu (organové systémy, obeh) [3].

Akupunktúrny bod môžeme z fyzikálneho a morfológického hľadiska definovať ako miesto na tele, kde je pokožka tenšia a kde sa nachádza viac voľných nervových zakončení ako v jeho okolí. Ich veľkosť sa pohybuje od 2 mm do 10 mm podľa umiestnenia. Charakterizuje ich vyššia teplota, zvýšená citlivosť na tlak a okolité vplyvy. Medzi elektrické vlastnosti patria nižší elektrický odpor kože, vyšší elektrický potenciál, vyššia elektrická kapacita a sú zdrojom malého elektrického prúdu [4,5].

Na základe týchto vlastností vznikajú metódy a zariadenia EDSD (electrodermal screening device), ktoré sledujú zmeny elektrických veličín. V 20. storočí vznikajú dve nezávislé metódy založené na meraní kožnej vodivosti. Prvá s názvom Ryodoraku (ryo – dobre, do – vodivosť, raku – dráha, čiara) bola zostavená profesorom Dr. Yoshio

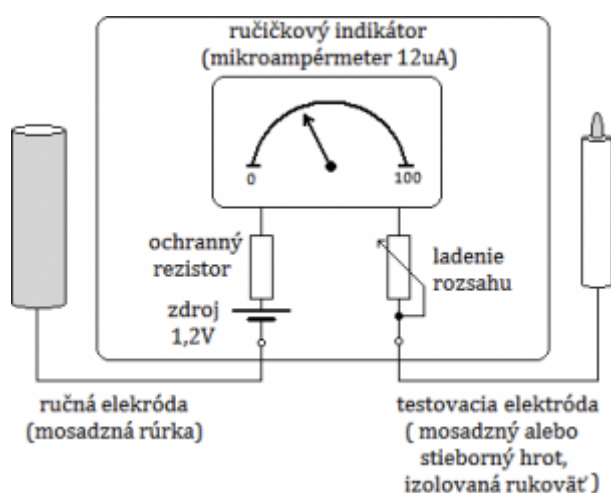
Nakatani v Japonsku [6]. Druhú, z ktorej vychádza koncepcia tejto práce, zostavil v Nemecku Dr. Reinholdom Vollom, s názvom EAV (Electroacupuncture According to Voll) [7].

2. Metóda EAV

Zakladá sa na meraní kožnej vodivosti v akupunktúrnom bode, s využitím Ohmovho zákona (1).

$$R = \frac{U}{I} [\Omega] \quad (1)$$

Principiálne zapojenie prístroja je na Obr. 1.



Obr. 1. Zapojenie EAV prístroja aj s elektródami.

Zo schémy vidíme, že sa využíva malé jednosmerné napätie s veľkosťou približne 1,2V. Vďaka tomu nedochádza k fyziologickým zmenám, pretože ionizačný potenciál vodíka je 1,36V a organizmom tečie bezpečný prúd s maximálnou veľkosťou 10 až 12 mikroampérov [7]. Analógový merací mechanizmus je vo forme ampérmetra a je očiachovaný lineárne v bezrozmerných jednotkách od 0 až po 100. Po pripojení neznámeho odporu (ľudského tela) dochádza k vychýleniu ručičky a následnému odčítaniu údajov.

Optimálne hodnoty sa pohybujú v rozmedzí od 50 do 56. Nižšie hodnoty vypovedajú o určitom stupni oslabenia, či degenerácie. Naopak hodnoty nad normálom vykazujú zvýšenú funkciu alebo zápal v organizme [4]. Meranie prebieha tak, že pacient drží ručnú elektródu zovretú v dlani a doktor s testovacou elektródou meria elektrickú vodivosť v jednotlivých bodoch. Súbor diagnostikovaných bodov závisí od použitej metódy. Namerané hodnoty sú zobrazené graficky a následne vyhodnotenú.

3. Ciele a požiadavky na elektroakugraf

Cieľom bolo vytvoriť zariadenie na meranie elektrickej vodivosti kože a súčasne impedancie v akupunktúrnych bodoch. Poskytnúť ním inú alternatívu k už existujúcim zariadeniam a rozšíriť tak možnosti, ktoré môže poskytovať takýto typ prístroja. Nahradením ručného spracovávaného nameraných údajov počítačom sa výrazne zjednodušuje a urýchľuje proces vyšetrovania pacienta a takisto sa vnáša do metodiky trend vývoja dnešnej techniky, kde automatizácia činností je „moderná“.

Prístroj bolo potrebné vytvoriť v súlade s požiadavkami na zariadenie pre lekárske účely. Preto celé zariadenie funguje na akumulátoroch, aby v žiadnom prípade nedošlo k úrazu elektrickým prúdom. Vďaka vlastnému napájaniu je prístroj v maximálnej možnej miere prenosný a s malými rozmermi. Výhodou oproti konkurenčným zariadeniam je možnosť definovania si vlastných meracích metód, ktoré budú slúžiť na výskum, alebo už sú výsledkom výskumu a aplikujú sa do praxe. Táto funkcia zabezpečí aktuálnosť prístroja a určitú mieru voľnosti napr. pri už spomínanom výskume.

Nemenej dôležitou súčasťou je softvér pre počítač. Aplikácia musí v prvom rade zabezpečiť komunikáciu so zariadením, načítavanie, spracovanie údajov a vyhodnotenie výsledku diagnostiky. Súčasne musí byť užívateľsky jednoduchá a spoľahlivá. Požiadavka na presnosť merania nie je až taká dôležitá, pretože neexistujú univerzálne hodnoty pre každého človeka. Údaje sa budú porovnávať v rámci diagnostiky jedného pacienta a každé meranie je vyhodnocované relatívne, z toho vyplýva, že aj prípadné systematické chyby sa neprejavajú.

4. Návrh základnej koncepcie prístroja

Pri návrhu elektroakugrafu bolo potrebné vyvinúť niekoľko subsystémov, ktoré sa starajú o rôzne funkcie a robia z prístroja ucelený systém. Základom celého prístroja je mikrokontrolér ATmega16L, ktorý zberá dáta - hodnoty z jednotlivých vstupov, či už digitálne alebo analógové a naopak na výstupoch riadi samotné obvody. Pripájajú sa k nemu merací subsystém, LCD displej, klávesnica, zvukový výstup, externá pamäť EEPROM, prevodník z USB na sériovú linku a obvody riadenia napájania.

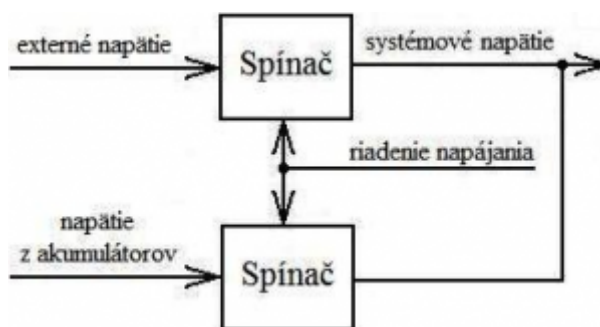
Čo už písmeno „L“ v názve mikrokontroléra naznačuje, tak celé zapojenie bude napájané nízkym napätím a to 3,3V. Tým sa zmenší počet článkov potrebných na napájanie a taktiež je možné použiť úsporné verzie obvodov. Celý návrh je potom riešený s ohľadom na čo najnižšiu spotrebu a najväčšiu účinnosť. Preto sú využívané len tranzistory typu MOSFET a stabilizátory s malým úbytkom napätia. Ďalším z viacerých možných úsporných riešení je možnosť odpojenia neaktívnych častí obvodov. Aj vďaka týmto opatreniam je elektroakugraf schopný nepretržitej prevádzky počas dvoch pracovných dní. Vyladením softvérových úsporných režimov sa táto doba predĺži.

4.1. Návrh napájacích obvodov a nabíjania

Základné napájanie je riešené formou akumulátorov. Použité sú 4 články NiMh rozmeru AAA. Boli zvolené s ohľadom na jednoduchosť ich použitia v tomto prípade a taktiež pre ich dobré parametre a dostupnosť. Jednotlivé časti prístroja majú vlastné napájanie riešené pomocou integrovaných stabilizátorov. Jedná sa o digitálnu a analógovú časť, ktoré musia byť čo najviac „izolované“ od seba z dôvodu prenášania rušenia z digitálnej časti do analógovej.

Po pripojení externého zdroja je hardvérovo ošetrené, že sa akumulátory odpoja z napájania prístroja, aby nebolo ovplyvňované ich nabíjanie Obr. 2. Mikrokontrolér riadi zopnutie jedného z MOSFET-ov v závislosti od toho, či je pripojené externé napájanie. Pre zapnutie prístroja je potom potrebné stlačenie tlačidla, ktoré zopne

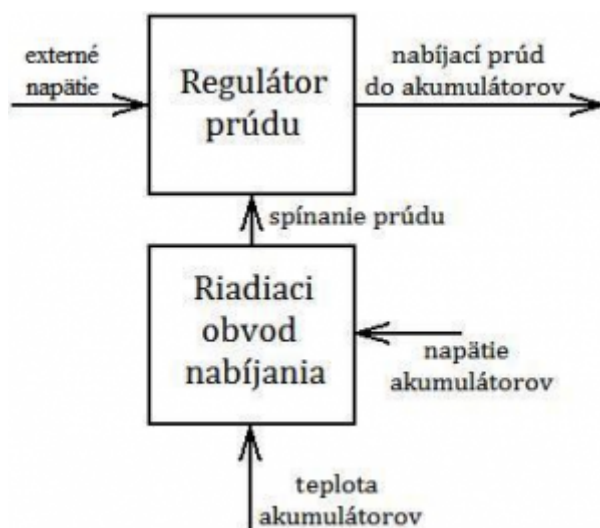
jeden z tranzistorov. Po nabehnutí softvéru je tlačidlo premostené zopnutím paralelného MOSFET-u. Po zopnutí je systémové napätie privedené do jednotlivých stabilizátorov.



Obr. 2 Principiálne prepínanie medzi zdrojmi.

Externý zdroj má nielen funkciu napájania, ale hlavne nabíjania vstavaných akumulátorov. Na riadenie dobíjania slúži obvod MC33340 od firmy Motorola. Výhodou tohto riešenia je odbremenenie mikrokontroléra od nabíjacej procedúry, pretože by sa musel robiť zložitý multitasking. Taktiež môže byť pri nabíjaní prístroj úplne vypnutý.

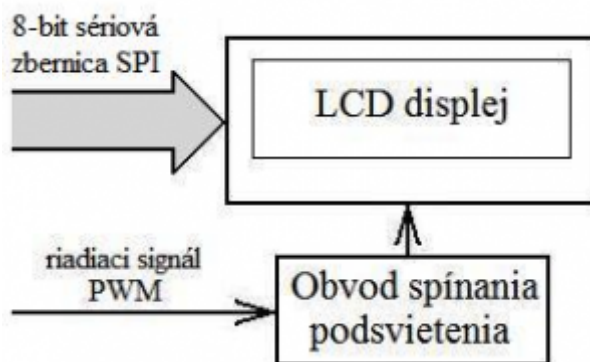
Obvod MC33340 umožňuje rýchlonabíjanie, vďaka čomu sú vstavané akumulátory nabité do 5 hodín. Ukončené nabíjania sa realizuje pri poklese napätia $-\Delta U = 3,2\text{mV}$ na článok alebo dosiahnutím ukončovacej teploty akumulátorov 55°C . Na Obr. 3 je vidieť, že riadiaci obvod neobsahuje výkonovú časť a na reguláciu prúdu využíva externý regulátor prúdu.



Obr. 3 Bloková schéma nabíjacieho bloku.

4.2. Návrh HMI (Human Machine Interface)

Aby bol prístroj užívateľsky použiteľný a zväčšili sa jeho možnosti, bolo potrebné použiť displej hlavne na zobrazovanie dát, pohyb v menu a voľbu nastavení. Na zadávanie príkazov do zariadenia slúži klávesnica zložená z troch tlačidiel, jedno z nich slúži aj na zapínanie prístroja ako bolo spomenuté vyššie. Hlavnou požiadavkou na displej bola jeho dobrá čitateľnosť aj v zlých svetelných podmienkach. Preto je použitý modrý negatívny LCD (Liquid Crystal Display) EA DOGM162B-A, ktorý má modré pozadie a biely text Obr. 10.



Obr. 4 Bloková schéma displeja a pomocného obvodu.

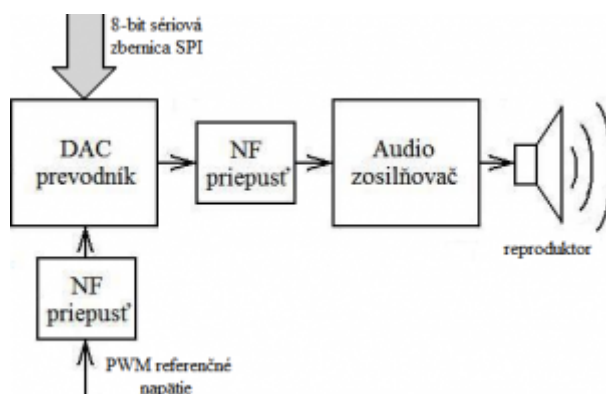
Výhoda tohto typu displeja je v jeho malých rozmeroch, možnosťou napájania pri 3,3V a minime externých súčiastok. Využitá je aj ďalšia črta displeja a to sériová komunikácia SPI (Serial Peripheral Interface), čo výrazne znižuje počet potrebných vodičov. Podsvietenie je takisto prispôbené na nižšie napätie, tak celý blok displeja pracuje na 3,3V. Ako vidieť aj na Obr. 4 je podsvietenie displeja spínané pomocou priebehu PWM (Pulse Width Modulation), ktorý je generovaný mikrokontrolérom.

4.3. Návrh spôsobu komunikácie s počítačom

Pre komunikáciu s počítačom bolo potrebné použiť rozhranie. Z bežne dostupných to je paralelný, sériový a USB port. Tým, že mikrokontrolér má obmedzený počet portov, je použitie paralelného portu pre dané riešenie neefektívne. Rozhodovanie bolo hlavne medzi sériovou linkou a USB zbernicou. Výber padol na USB port, kvôli väčšiemu potenciálu do budúcnosti ako pri sériovej linke, ktorá je pomaly vytlačaná z počítačov. Výhodou je aj prítomnosť napätia 5V, ktoré je možné využiť na napájanie. Keďže mikrokontrolér podporuje iba sériovú linku, tak je potrebné použiť prevodník z USB - FT232RL od firmy FTDI. V podstate komunikácia prebieha pre počítač a mikrokontrolér ako pri sériovej linke, čo značne zjednodušuje zvládnutie USB zbernice po softvérovej stránke.

4.4. Návrh audio výstupu

Jedná sa o dodatočnú funkciu prístroja, ktorá bude taktiež používaná na diagnostiku a výskumné účely. Blok audia, ktorý je na Obr. 5, bude schopný prehrávať jednotlivé tóny a ich súzvuky. Taktiež bude používaný na zvukové informácie, a tým bude dosiahnutý ďalší vnem pri práci s prístrojom.

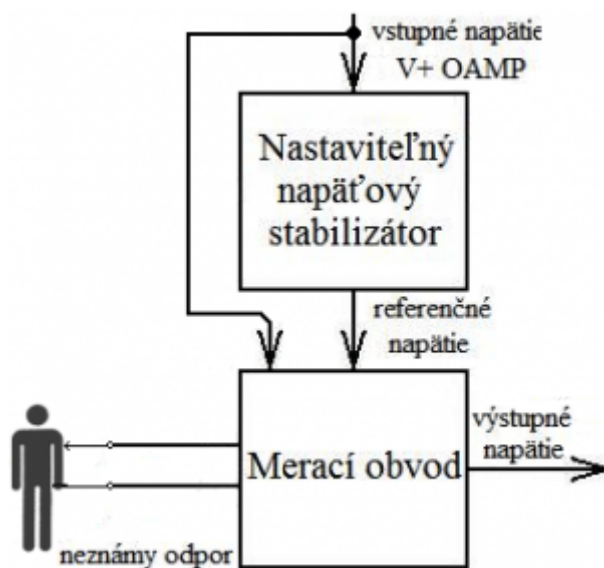


Obr. 5 Bloková schéma bloku prehrávania zvuku.

Tento subsystém sa skladá z prevodníka DAC (Digital-to-Analog Converter), ktorý je pripojený cez zbernicu SPI k mikrokontroléru. Na vstup referenčného napätia je cez nízko-frekvenčnú priepusť privedený PWM signál, čím je umožnené ovládať amplitúdu generovaného signálu, a tým aj hlasitosť. Digitálno-analógový prevodník disponuje rozlišovacou schopnosťou až 12bit, čím sa docieli vernejšie generovanie analógových signálov.

Druhá nízko-frekvenčná priepusť filtruje výstupný napätový priebeh z DAC. Na jeho výstupe dostávame „hladký“ priebeh, čo znižuje šum pri prehrávaní. Dôležitou časťou tohto bloku je aj audio zosilňovač TDA8541, ktorý má viacero dobrých vlastností. Hlavnou črtou je možnosť napájania aj pri 3,3V, čo je veľmi výhodné, ďalej je vyhotovený v prevedení SMD a disponuje vstupom, kde sa pomocou napätia volia módy: spánok, stlmenie zvuku a aktívny režim.

Kvalitný elektrodynamický reproduktor K 20.40 80 Ω od firmy Visaton s impedanciou 80 Ω a výkonom 1W sa stará o zvukový výstup. Celý blok audia má vlastné napájanie, aby bola zabezpečená čo najvyššia kvalita zvuku. Ide o najdôležitejšiu časť prístroja a sú tu aj kladené najväčšie požiadavky, čo sa týka presnosti a spoľahlivosti. V princípe sa v bloku merania uskutočňuje prevod z odporu kože, na napätie presne špecifikovaného rozsahu. Bloková schéma na Obr. 6 je naznačená bez prevodníka ADC (Analog-to-Digital Converter), do ktorého ide výstupné napätie z meracieho subsystému.



Obr. 6 Bloková schéma meracieho obvodu.

Vstupné napätie $V+OAMP$, ktoré napája napätovú referenciu a operačné zosilňovače je privedené zo samostatného napätového stabilizátora. Jeho beh je ovládaný pinom portu mikrokontroléra. Tým je možné ušetriť energiu, ale hlavne to umožní meranie odporu pulzujúcim napätím, čo môže byť predmetom výskumu o prínose tohto spôsobu. Nastaviteľný napätový stabilizátor predstavuje obvod TL431CD, jedná sa vlastne o elektronickú zenerovú diódu. Kladnými vlastnosťami obvodu sú presnosť, stálosť napätia v rámci širokého rozsahu pracovných teplôt a minimum externých súčiastok.

TL431CD slúži ako referencia pre merací obvod, a takisto ako referenčné napätie pre

prevodník ADC. Týmto je redukovaná chyba, ktorá by vznikala použitím dvoch napäťových referencií, kde by dochádzalo k ich vzájomnému rozladovaniu. Merací obvod tvorený dvoma precíznymi operačnými zosilňovačmi (OZ) v jednom puzdre LT1490A od firmy Linear Technology. Tento obvod sa vyznačuje vlastnosťou Rail-t-Rail, čo znamená, že vstup a výstup majú pracovný rozsah 0V až po napájacie napätie. Ďalej funguje aj na jednoduchom napájaní pri 3,3V, má nízku spotrebu a vstupnú napäťovú diferenciu maximálne 500μV.

Merací obvod sa pripája pomocou dvoch elektród na pacienta, ktorý tvorí neznámy odpor. Nahrádza rezistor v spätnej väzbe neinvertujúceho zosilňovača. Potom napätie na jeho výstupe sa vypočíta podľa vzorca (2), kde U_{REF} je polovičná hodnota z referenčného napätia, R_x je neznámy odpor a R_{REF} je nastaviteľný referenčný rezistor.

$$U_{OUT1} = U_{REF} \left(1 + \frac{R_x}{R_{REF}} \right) [V] \quad (2)$$

Pri bližšom pohľade na vzťah vidno, že výstupné napätie sa pohybuje lineárne v rozsahu od U_{REF} až do dvojnásobku U_{REF} . Pričom predpokladáme, že maximálna hodnota neznámeho odporu je zhodná s veľkosťou rezistoru R_{REF} . Tento napäťový rozsah nie je veľmi výhodný, pretože je znížená využiteľná presnosť. Preto druhý operačný zosilňovač je zapojený ako diferenciálny OZ a jeho výstupné napätie sa vypočíta podľa vzorca (3).

$$U_{OUT} = \frac{R_2}{R_1}(U_{OUT1} - U_{REF})[V] \quad (3)$$

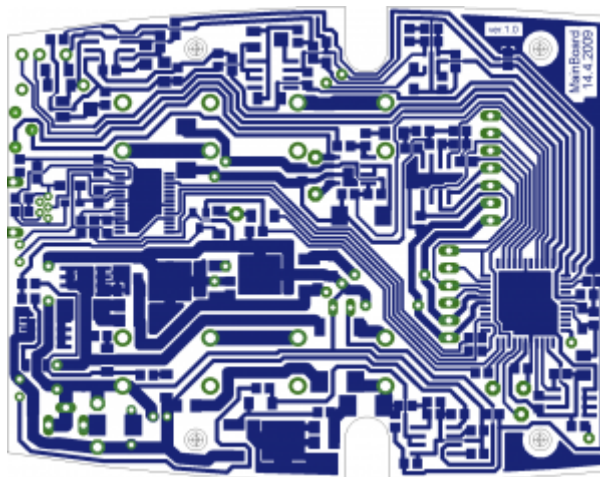
Rezistor R_2 má dvojnásobnú hodnotu rezistoru R_1 , potom výsledné zosilnenie diferenciálneho OZ je 2. Zo vzťahu vyplýva, že výstupné napätie, ktoré je privádzané aj na vstup ADC sa pohybuje v rozsahu 0V až U_{REF} , tým je využitý celý napäťový rozsah. Prevodník ADC pracuje s rozlíšením 10 bitov v režime merania voči zemi. Z toho vyplýva, že ADC rozlišuje 1024 úrovni napätí, ak nastaviteľný referenčný rezistor bude mať hodnotu 5120kOhm, tak získavame rozlíšenie 5kOhm. Táto hodnota je postačujúca pre daný typ použitia.

Napätie, ktorým je vykonávané meranie je približne 1,28V, čo je bezpečné napätie a nijako neohrozuje zdravie človeka. Prúd pri tomto napätí je hlboko pod hodnotou 1μA. Vstupné elektródy sú chránené proti pripojeniu neznámeho napätia zenerovými diódami, a takisto operačný zosilňovač poskytuje prepäťovú ochranu od -15V až +44V voči zemi.

5. Hardvérová realizácia elektroakugrafu

V prvom rade bolo potrebné navrhnuť plošný spoj. Na to dobre poslúžil program EAGLE Layout Editor, ktorý poskytuje veľké množstvo súčiastok a jednoduchú tvorbu plošných spojov. Tým že sa jedná o citlivý merací prístroj, tak bolo tomu aj potrebné prispôbiť návrh plošného spoja. Napr. analógová zem sa spája s digitálnou len v jednom mieste, citlivý analógový signál idúci z meracieho obvodu je skoro po celej obkolesený zemiacim signálom. Voľné miesta pod integrovanými obvodmi sú vodivo vyplnené - vznikajú uzemnené plôšky, čo pomáha aj pri odvádzaní tepla.

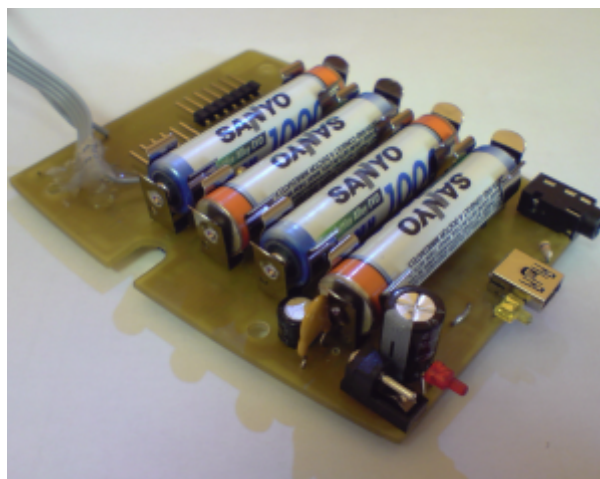
Nemenej dôležité bolo rozloženie portov pre programovanie, pripojenie displeja, konektoru napájania, USB konektoru, konektoru pre pripojenie sondy a indikačných diód. Tieto prvky bolo potrebné umiestniť tak, aby ich bolo možné vyviesť na kryt prístroja, okrem vnútorných konektorov (programovací a displejový). Ďalšou úlohou bolo vyriešiť odvádzanie tepla. Najviac tepla vzniká na stabilizátore pre nabíjanie, preto je použitý ešte dodatočný pasívny chladič – hliníkový pliešok, ktorý zasahuje aj na ďalšie stabilizátory.



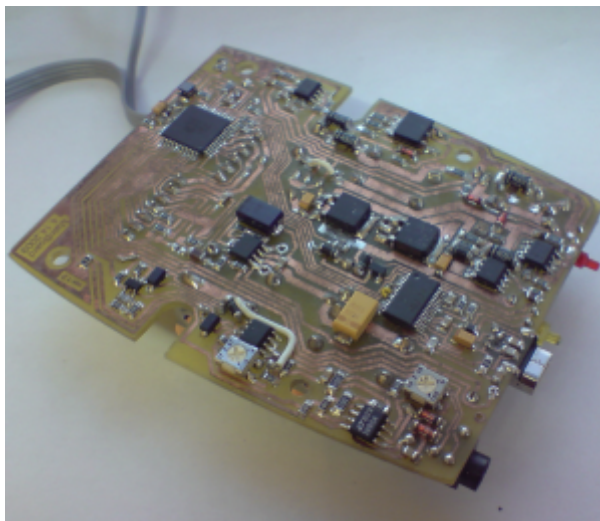
Obr. 7 Návrh plošného spoja, 90% skutočnej veľkosti

Ako vidieť na Obr. 7, tak vzhľadom na veľké množstvo súčiastok, bolo potrebné, v čo najväčšej miere využívať súčiastky s povrchovou montážou SMD (Surface Mount Device). Toto pomohlo pri redukovani rozmerov dosky plošných spojov, a takisto je tým znížená hmotnosť celého prístroja. Sú použité aj súčiastky klasickej konštrukcie a to hlavne kvôli elektrickým parametrom, kde by SMD súčiastky nestačili.

Na Obr.8 je vidieť uchytenie akumulátorov špeciálnymi úponkami, taktiež sú tu konektory na pripojenie externého napájania, mini-USB a konektor typu jack na pripojenie meracej sondy (elektrod). Obr. 9 ukazuje dosku plošných spojov (DPS) prístroja zo strany súčiastok, kde je vidieť reálne osadenie SMD súčiastkami. Displej je osadený na samostatnom plošnom spoji Obr. 10, ktorý obsahuje pomocné obvody displeja a pripája sa k hlavnej doske cez konektor.



Obr. 8 Pohľad na vrchnú stranu plošného spoja prístroja



Obr. 9 Osadené SMD súčiastky na DPS prístroja



Obr. 10 Zapnutý displej s nabehtutým menu

Obidva plošné spoje sú umiestnené v škatulke kompaktných rozmerov, na obrázkoch je vidieť, že plošný spoj je vyhotovený presne podľa jej vnútorných rozmerov. Na Obr. 11 je vidieť už prístroj vmontovaný v puzdre, s pripojenou sondou a USB káblom.



Obr. 11 Finálny vzhľad elektroakugrafu

6. Návrh softvéru pre mikrokontrolér

Na tvorbu softvéru je najvhodnejší program od samotného výrobcu Atmel a to AVR Studio. Táto aplikácia poskytuje prehľadné vývojové prostredie so vstavaným simulátorom mikrokontroléra a podporou debugovania (ladenia) na čipe. Zdrojový kód je písaný v jazyku C, ktorý je vhodný pre rozsiahlejšie projekty, pretože je omnoho viac prehľadnejší a vývoj trvá pri ňom kratšie. Nevýhodou oproti Assembler-u je väčšie nabalovanie kódu, resp. s tým súvisiaci pomalší chod funkcií, no v prípade tohto projektu to nie je až tak podstatné. Na nahrávanie zdrojového kódu do mikrokontroléra slúži Bootloader, čiže údaje sú posielané cez sériovú linku, resp. v tomto prípade cez USB zbernicu.

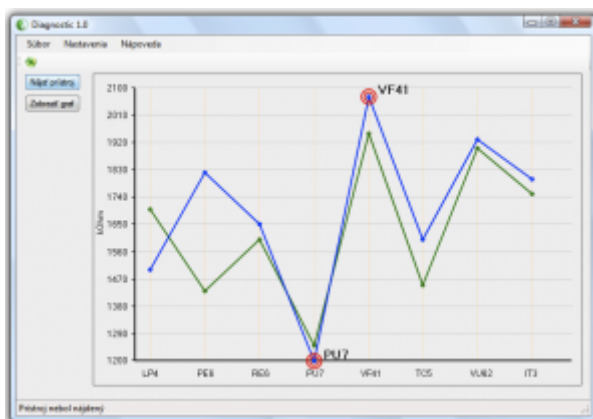
6.1. Softvérové funkcie prístroja

Prístroj obsahuje viacero funkcií, ktoré sa starajú o chod zariadenia. Sú tu napr. sledovanie stavu akumulátorov, komunikácia s počítačom, meracie funkcie, funkcie na prácu s displejom a iné. Hlavnou črtou softvéru je menu, ktoré je naprogramované tak, aby bolo prehľadné a ľahko ovládateľné pomocou trojice tlačidiel. Z menu sa vstupuje do jednotlivých meracích programov a takisto sa cez menu nastavujú a sledujú parametre prístroja. Na Obr. 10 je napríklad vidieť voľbu v hlavnom menu: „Settings“ (nastavenia).

Pri meraní sa výsledná hodnota počíta z viacerých vzoriek. Až tento údaj je posielaný do počítača. Jednotlivé merania sú zaraďované do blokov dát, ktoré sú posielané ako ucelené balíky dát. Po pripojení k USB portu sa prístroj automaticky prepína do režimu komunikácie, kedy s ním nie je možné pracovať a riadený je z aplikácie, ktorá beží na počítači. Všetky funkcie sa ďalej vyvíjajú a sú v rôznom štádiu funkčnosti. Hardvér je navrhnutý tak, že poskytuje určitú mieru voľnosti pri jeho programovaní a je možné nachádzať rôzne a aj zaujímavejšie riešenia.

7. Návrh softvéru pre počítač

Zdrojový kód aplikácie je písaný v jazyku Visual Basic a na vývoj je využívaný program Microsoft Visual Studio, ktorý v sebe zahŕňa viacero jazykov. Medzi hlavné úlohy aplikácie patrí načítanie dát z prístroja a ich správne zaradenie k názvom jednotlivých bodov. Ďalšou úlohou programu je grafické zobrazenie nameraných hodnôt a ich vyhodnotenie. Na Obr. 12 je zobrazené meranie podľa metodiky ryodoraku komplexných meridiánov (RKM), kde sú aj vyhodnotené dva extrémny - body, na ktoré by sa sústredila terapia [8].



Obr. 12 Náhľad na diagnostický program

8. Záver

V tejto práci bol navrhnutý elektroakugraf, ktorý svojimi možnosťami predbieha konkurenciu po stránke otvorenosti a portability. Ďalšou snahou je, čo možno najlepšie vyladiť prístroj po softvérovej a aj hardvérovej stránke a dostať ho do reálnych podmienok na overenie.

9. Odkazy na literatúru

1. Niečo o akupunktúre
<http://akupunktura.sk/index.php?menu=104>
2. Suvow S., HISTORY OF ACUPUNCTURE IN CHINA
<http://www.acupuncturecare.com/acupunct.htm>
3. MUDr.Teodor Mochnáč, Akupunktúra, Piešťany 2008
4. Diagnostika
<http://biocity.sk/diagnostika.html>
5. Acupuncture
<http://en.wikipedia.org/wiki/Acupuncture>
6. Szedo I., GENERAL THERAPY BY RYODORAKU
<http://www.qsl.net/hg5acx/ryodog.html>
7. Julia J. Tsuei, Scientific Evidence in Support of Acupuncture and Meridian Theory, 1996
<http://www.healthy.net/scr/Article.aspx?Id=1087>
8. MUDr.Teodor Mochnáč, Rizikové faktory a funkcie komplexných meridiánov vo vzťahu k onkologickým ochoreniam prsnej žľazy, Košice 2009

Spoluautorom článku je Ing. Jozef Dúbravský, Ústav riadenia a priemyselnej informatiky, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Slovenská technická univerzita v Bratislave
