



Středoškolská technika 2012

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

LCFesR metr

Lukáš Horník

Vyšší odborná škola a Střední škola slaboproudé elektrotechniky

Novovysočanská 48/280

190 00 Praha 9



Anotace

Cílem mé maturitní práce bylo sestrojít multimetr s více rozsahy a seznámit se s funkcí procesoru Atmega88, který je stále častěji využíván ve většině moderních zapojení. K ovládní jednotlivých měřených veličin bylo využito otočného čtyř polohového přepínače. Každý rozsah se přepíná samostatně díky software procesoru a nemusí se přepínat manuálně.

Mikroprocesor Atmega88 jsem vybral díky jeho vlastnostem jako je dostatečná paměť pro software, kompatibilita s využitým LCD a také jednoduché naprogramování pomocí počítačového konektoru LPT.

Annotation

The goal of my graduation work was construct multi-meter with multiple range and become familiar with Atmega88 processor functions, which are increasingly being used in most modern wiring. The control of individual measured values were used four positional rotary switch. Each range is switched individually by software and the processor does not have to switch manually. Atmega88 microprocessor I chose because of his properties such as sufficient memory for software compatibility with LCD utilized and programmed using a simple LPT connector.

Obsah

1	Úvod.....	4
2	Rozbor úlohy.....	5
2.1	Měřicí rozsahy.....	5
2.2	Blokové schéma.....	5
2.2.1	Popis jednotlivých bloků.....	5
3	Schéma.....	7
4	Programátor a programování.....	8
5	Nastavení a kalibrace v Menu.....	8
5.1	Nulování v jednotlivých rozsazích.....	10
6	Deska plošných spojů.....	11
6.1	Osazovací plán.....	11
7	Výkres krabice pro měřič.....	12
7.1	Výkres předního panelu.....	13
8	Rozpiska materiálu.....	13
9	Závěr.....	14
10	Použitá literatura a odkazy.....	16
11	Seznam příloh.....	16

1 Úvod

LCFesR metr je zařízení které slouží ke změření cívek, kondenzátorů, frekvence, odporu a svodového odporu kondenzátorů. Hlavní jednotkou zařízení je procesor Atmega88 . Výhodou této konstrukce je, že jedno zařízení obsahuje čtyři měřiče a nemusíme vyměňovat svorky pro měření jiných rozsahů. LCFesR metr se skládá z částí jednotlivých bloků, které se vzájemně mezi sebou přepínají. To můžeme využít, když chceme postavit jen LC, LCF nebo jen ESR metr a také při hledání chyby při nesprávné funkci nebo nedostatečné přesnosti.

2 Rozbor úlohy

LCFesR metr je zařízení, které vyhodnocuje podle rozsahu a veličiny přivedený signál na měřící svorky. Zpravidla funguje tak, že na vstupní svorky připojíme požadovanou indukčnost nebo kapacitu a procesor je přes vstupní obvody vyhodnotí. Důležité je, aby vstupní obvody kolem procesoru měly co největší přesnost, protože procesor nemá až tak velkou možnost kalibrace kvůli svým specifikacím.

2.1 Měřicí rozsahy

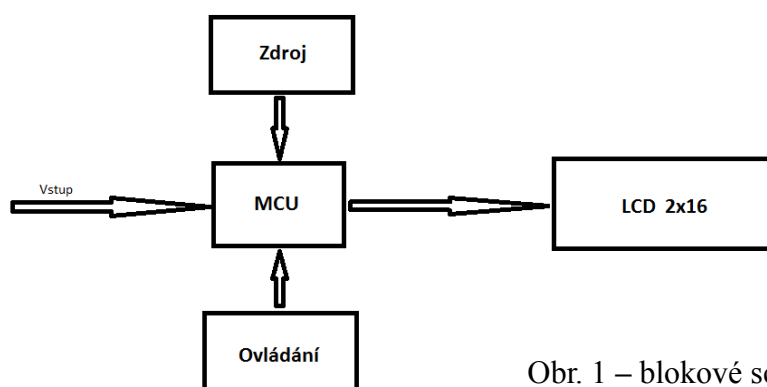
C: 1pF - 100000 μ F (přesnost 1-100 pF: <10%, od 100 pF: <5%, po kalibraci:<2%)

L: 10 nH - 30 H (přesnost: 10-100 nH: <10%, od 100 nH: <5%, po kalibraci:<2%)

F: 0,1 Hz - 8 MHz (přesnost: 0,1-1%, 5V logiku, 5-30V signál je měřitelný i na 1 -10 mA proudovém omezení)

ESR: 0,000R – 30R (rozlišení 0.000-1R rozsah: 3 mR, pro 1-30 rozsah: 0,03R Přesnost: 1-5%,
od 1. μ F po kalibraci: <2%)

2.2 Blokové schéma



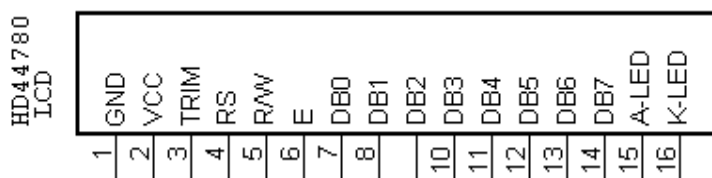
Obr. 1 – blokové schéma přístroje

2.2.1 Popis jednotlivých bloků

Zdroj se skládá z filtračních kondenzátorů a jednoho stabilizátoru pro Logiku.

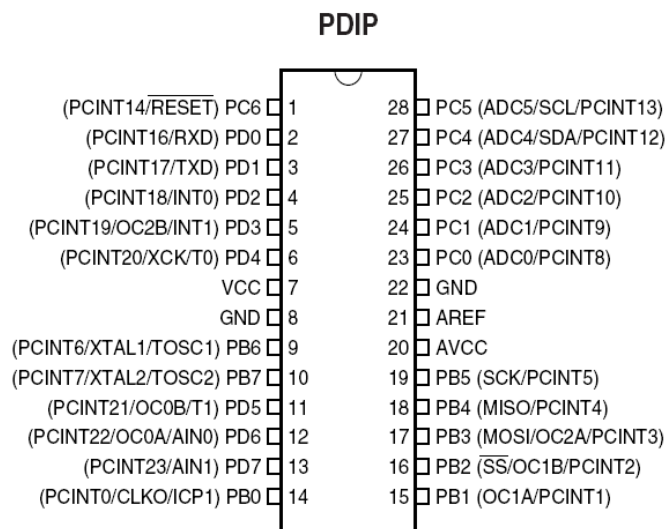
Ovládání je řešeno dvěma tlačítky. Prvním tlačítkem se po podržení 11s dostaneme do režimu kalibrace, 8s vypneme nebo zapneme podsvícení, 5s nulování rozsahu a 0s reset. K ovládání také využíváme otočný čtyřpolohový přepínač, kterým přepínáme měřené veličiny (rozsahy se přepínají automaticky pomocí programu).

LCD je s řadičem HD44780 s modrým podsvícením zapojený podle tohoto schématu:



Obr. 2 – blokové zapojení LCD

MCU Srdcem všeho je procesor ATMEGA88, který vyhodnocuje vše, co připojíme na vstup.



Obr. 3 – blokové zapojení vývodů procesoru

Její vlastnosti paměti jsou:

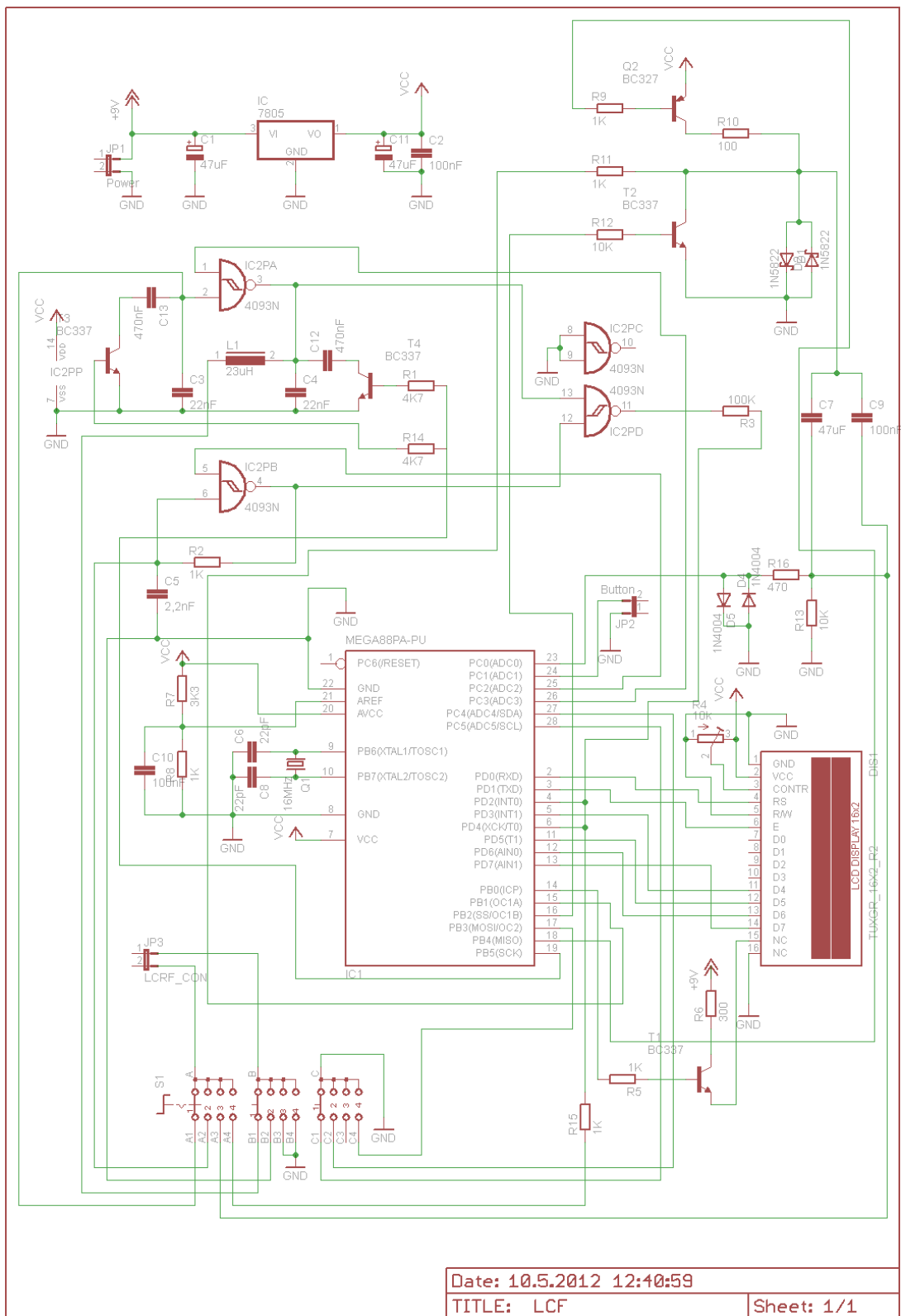
8Kbytu Flash

512Bytu EEprom

1Kbytu RAM

Ostatní potřebné údaje můžeme vidět v [Lit.1].

3 Schéma

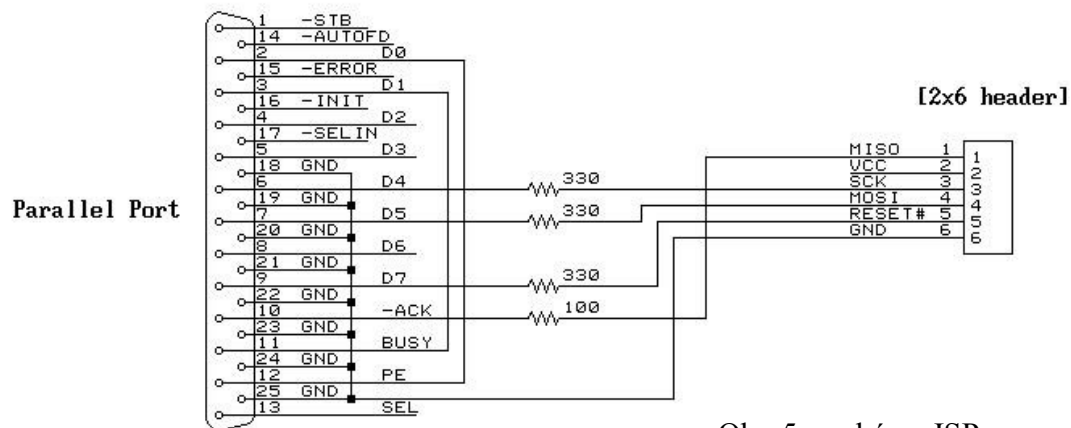


Obr. 4 – schéma LCFesR metru

4 Programátor a programování

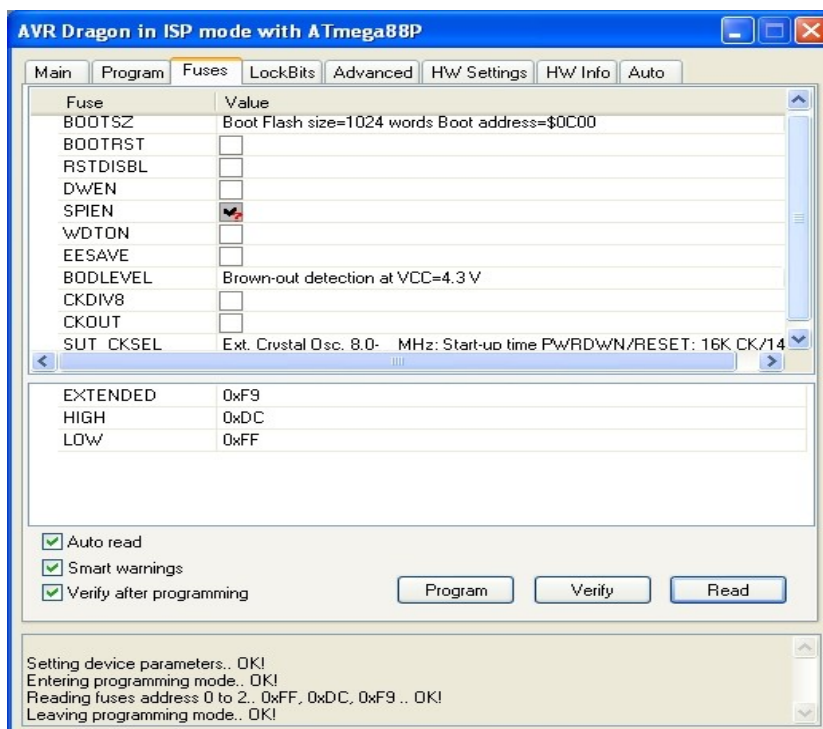
Programátor jsem použil **STK200 ISP** který byl pro jednorázové programování dostačující, skládá se ze 4 odporů a připojuje se pomocí LPT portu.

STK200 ISP dongle (Simplified)



Obr. 5 – schéma ISP programátoru

Pro samotné programování jsem využil programu AVR Prog, který je jednoduchý na ovládání. Velmi důležité je nastavení pojistek (fuse bit) viz pod textem.



5 Nastavení a kalibrace v Menu

Obr. 6 – nastavení pojistek

Po přidržení tlačítka 11s se dostaneme do Menu jednotlivých rozsahů. Každý rozsah, který

právě nastavujeme, si nastavíme otočným přepínačem.

Nastavení měření indukčnosti

C_ref=11nF v ideálním případě by hodnota měla být okolo 11nF, která je výsledkem výpočtu $22 \times 22 / (22 + 22) = 11 \text{ nF}$.

Vzorec je $(C3 \times C4) / (C3 + C4)$ a možnost jejího nastavení je 4,9-12,5nF

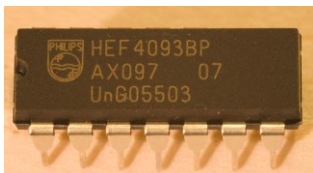
C_ref+ v ideálním případě by hodnota měla být okolo 246nF, která je výsledkem výpočtu $(470 + 22) \times (470 + 22) / ((470 + 22) + (470 + 22)) = 246$.

Vzorec je $(C13 + C3) \times (C12 + C4) / ((C13 + C3) + (C12 + C4))$

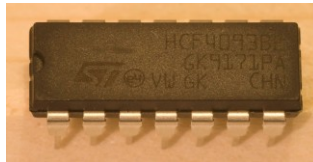
Nastavení měření kapacity

R_ref v ideálním případě by hodnota měla být okolo 997Ω a možnost jejího nastavení je 900-1100 Ω

4093- Tato hodnota se mění podle použitého integrovaného obvodu 4093, je to kompenzace, protože každá firma má trochu odlišné specifikace IO. Tato hodnota se dá měnit od 1-10



U obvodu Philips HEF4093 nastavíme hodnotu 1



U obvodu HCF4093 nastavíme hodnotu 5



U obvodu CD4093 nastavíme hodnotu 9

Obr. 7 – integrované obvody

Přesnost měření kapacity závisí na typu IO 4093. Obecné zkušenosti ukazují, že bez jakýchkoli softwarových korekcí přesnost měření kondenzátorů klesá v následujícím pořadí: Philips HEF4093BP IC -> Thomson HCF4093BE -> Texas Instruments CD4093BE IC.

Naštěstí má software korekce, přesnost měření je 1-2% (Philips HEF4093BP IC má o něco větší přesnost). Software má k dispozici 10 různých oprav. 1-10 (čím větší hodnota 4093IC parametru, tím větší korekce).

Nastavení měření ESR

ESR_ref pro nastavení využijeme 1Ω rezistoru s co nejmenším procentem odchylky, aby byl měřič nastaven správně

ESR_ref pro nastavení využijeme 5,1Ω rezistoru s co nejmenším procentem odchylky, aby byl měřič nastaven správně

Obě tyto nastavení provádíme tak, že podržíme tlačítko 11s a potom nastavíme první hodnotu ESR_ref a počkáme, než se měřič vrátí do funkce měření, potom měřič přidržetím tlačítka 5s vynulujeme a připojíme na svorky odpor 1Ω na LCD by se měla objevit tato hodnota, když ne, vrátíme se do menu a nastavíme větší nebo menší hodnotu ESR_ref dle potřeby. To opakujeme, dokud měřič nezobrazí správné hodnoty. Nastavení ESR_ref pro odpor 5,1Ω provádíme stejným postupem.

ESR_cal pro nastavení délky měřícího impulsu tak, aby odpovídal 100kHz (vlastnosti součástek se mohou lišit v důsledku výrobního procesu)

Konstrukcí, metodou měření a způsobem výpočtu naměřených hodnot je dána nepřesnost při měření některých malých hodnot v malých rozsazích. Praktický výskyt cívek s indukčností kolem 20nH je dosti řídký.

Indukčnost kolem 10nH má zhruba centimetr dlouhý vodič (je to hrubě, ale řádově to tak je) takže vliv mají i měřicí vodiče přechodový odpor atd.. Střídání malých hodnot je způsobené teplotní nestabilitou oscilátoru. "Nakrátko" kmitá cca kolem 300kHz. V tuto chvíli se i CMOS zahřívá.

Nemůžeme čekat od takhle jednoduchého (obvodově, ne softwarově) přístroje, že bude umět přesně měřit v řádu nH a pF. Na hodnotách kolem 10nH, či 10pF hraje velkou roli i rozdílná vzdálenost a vzájemná poloha krokodýlků při zkratu a pak při připojení měřené cívky či kondenzátoru. Mění se totiž plocha smyčky nebo kapacita přívodů. Měření malých hodnot je tedy spíše informativní, tak jako měření na 3 desetinná místa.

Nastavení měření frekvence

Nastavení měření frekvence se neprovádí. Procesor porovnává hodnoty s externím krystalem, který tvoří s vazebními kondenzátory oscilátor, který kmitá frekvencí 16MHz.

5.1 Nulování v jednotlivých rozsazích

V režimu měření C ponecháme měřicí kabely (krokosvorky) otevřené.

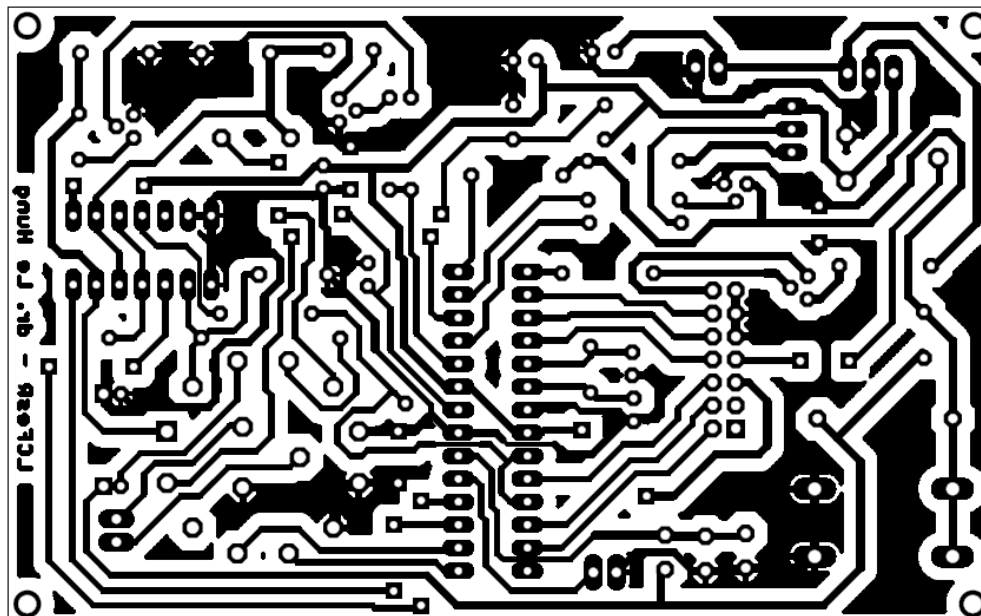
V režimu měření L a ESR ponecháme kabely spojené.

Poté stiskneme tlačítko na 5s a je-li proces nulování úspěšný přístroj napíše Zero OK. Nulování může být prováděno kdykoliv, a to zejména je-li měřena součástka s velmi nízkou hodnotou. Doporučuje se, aby se provádělo vždy, když se mění prostředí / teplota, nebo se mění měřicí kabely. Hodnoty při nulovacím procesu jsou uloženy v EEPROM.

6 Deska plošných spojů

DPS jsem vyráběl metodou Fotocesta.

Předloha je vytisknuta laserovou tiskárnou na teploodolnou fólii osvětlenou UV světlem na Fotorezistivní Cuprexit a poté očištěna vývojkou od zbytku osvětlené foto vrstvy a poté se Cuprexit dá odleptat do letacího roztoku (chloridu železitého).



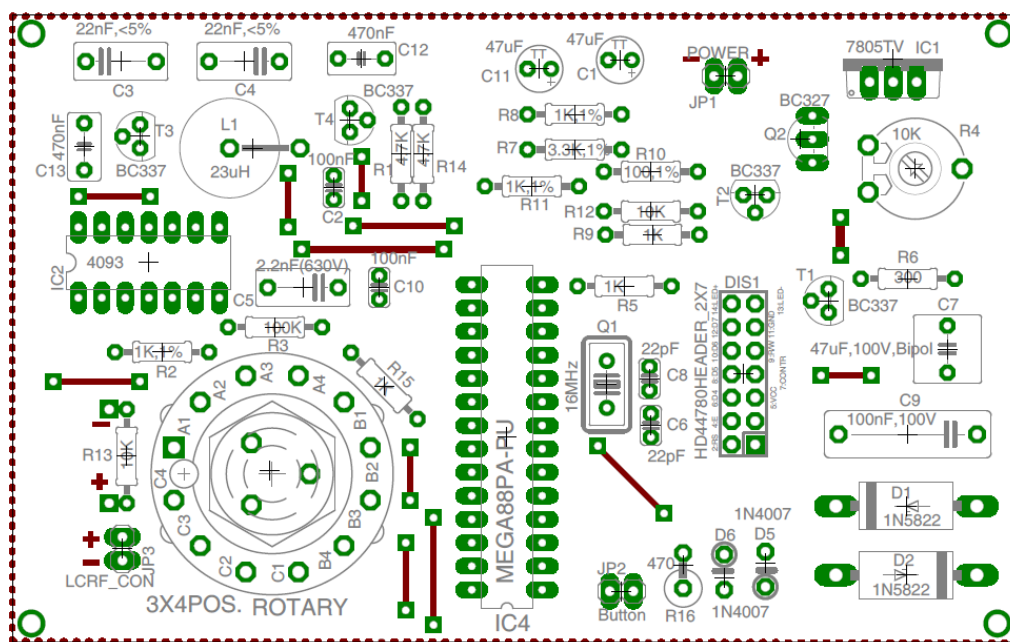
Obr. 8 – deska plošných spojů

Velikost DPS je 110x71mm (v plné velikosti a rozlišení v příloze)

6.1 Osazovací plán

Obr. 1 - logo firmy

Při osazování bychom měli osazovat součástky od nejmenších po největší. Je to z důvodů lepší manipulace se součástkami a snadnějšího osazení.



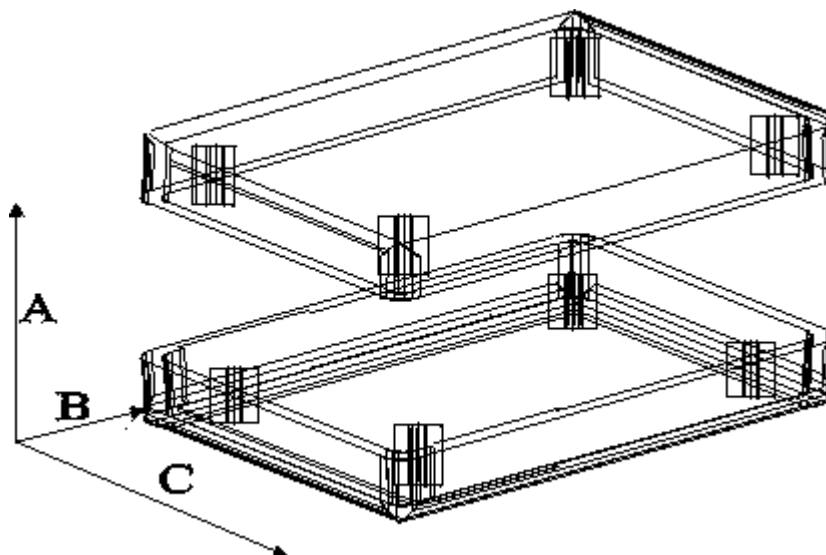
Obr. 9 – osazení DPS

7 Výkres krabice pro měřič

Zvolena byla krabice U-KP33 BLACK která je přímo vhodná pro DPS i pouzdro baterie.

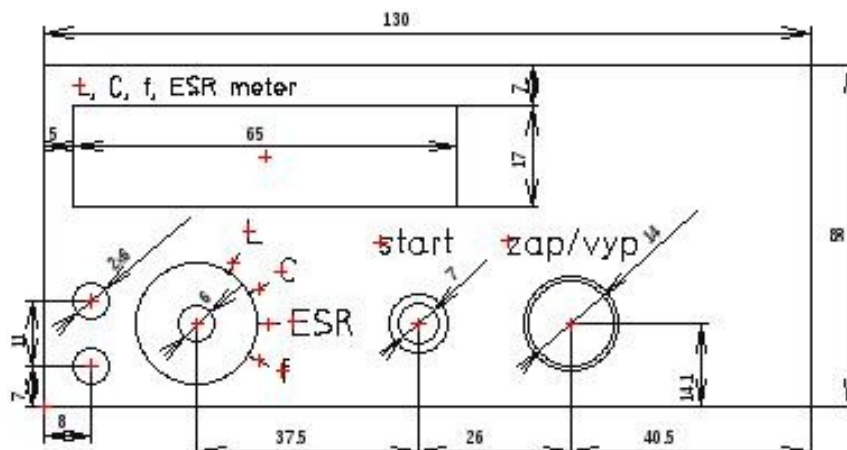
Rozměr A (výška): 33 mm
 Rozměr B (šířka): 80 mm
 Rozměr C (hloubka): 149 mm

A orientační rozměr pro DPS je 73 x 143 mm takže je přímo vhodná.



Obr. 10 – krabice U-KP33

7.1 Výkres předního panelu

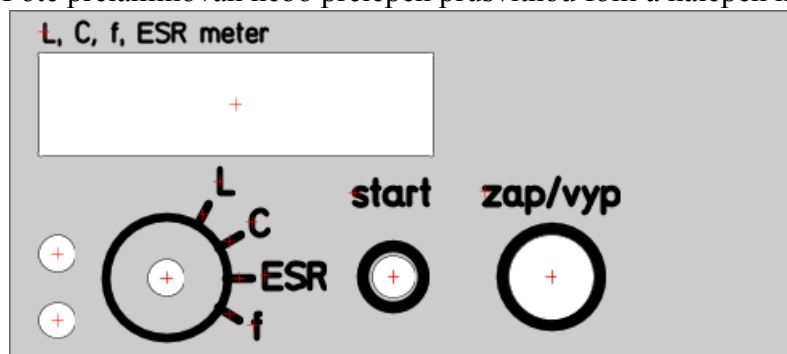


Predni panel plna velikost.pdf

Obr. 11 – okótovaný přední panel

Panel je vytisknut ve velikosti 130x58

Poté přelaminován nebo přelepen průsvitnou folií a nalepen na opracovanou krabici U-KP33.



Obr. 12 – přední panel

8 Rozpiska materiálu

❖ Kondenzátory

o 2x 47 μ F, elektrolytický, 25 V

o 2x 100 nF, keramický, 50 V

o 2x 22 nF, svitkový, 1-5%, 250V 7.5 mm rozteč pinů

- o 1x 2.2 nF, svitkový, 630 V, 7.5 mm rozteč pinů
- o 1x 100 nF, svitkový, 100 V, 15 mm rozteč pinů
- o 2x 22 pF, keramický, 50 V
- o 2x 470 nF, svitkový, 63 V, 5 mm rozteč pinů
- o 1x 47 uF, bipolarární, 100 V

❖ **Cívka**

- o 1x 23 uH, <0.1R / 68 uH, <0.3R

❖ **Rezistory**

- o 1x 100, 1%
- o 1x 300
- o 1x 470
- o 3x 1 K, 1%
- o 3x 1 K
- o 1x 3.3 K, 1%
- o 2x 4.7 K
- o 2x 10 K
- o 1x 100 K
- o 1x 10 K, trimer

❖ **Polovodiče**

- o 2x 1N5822 dioda
- o 2x 1N4007 dioda
- o 1x 7805 IC stabilizátor
- o 1x HEF4093BP IC IO
- o 1x 16 MHz Krystal
- o 4x BC337 tranzistor
- o 1x BC327 tranzistor

❖ **Procesor**

- o 1x AtMega88PA-PU / AtMega88P-20PU

❖ **LCD**

- o 1x HD44780, 16x2 LCD

❖ **Ostatní**

U-KP33 krabice
 DIL 28 patice precizní
 DIL14 patice precizní
 Přepínač 3x4 polohy
 Přepínač P-SM101-2R3
 Spínač P-PB11 RED
 P-S8860 přístrojový knoflík
 K201 přístrojová zdiřka-černá
 K201R přístrojová zdiřka-červená

9 Závěr

LCFesR metr je plně funkční. Kalibrace rozsahů LC a ESR proběhla bez problémů, v porovnání s komerčním LCR můstkem byly při kalibraci přesné buď velké, nebo malé hodnoty, proto byla hodnota měřené veličiny nastavena v poměru k malým i velkým

hodnotám. Měření je tedy spíše orientační, nebo se musí počítat s rezervou. Při měření se silně projevovala délka kabelů a proto je lepší měřit přímo na svorkách přístroje. Naproti těmto rozsahům je měření frekvence naprosto přesné a lze jej využívat jako plnohodnotný čítač frekvence, což bylo mým cílem a důvodem ke stavbě.

10 Použitá literatura a odkazy

- [Lit.1] http://www.datasheetcatalog.com/datasheets_pdf/A/T/M/E/ATMEGA88.shtml
- [Lit.2] <http://members.upc.hu/lethanh.hung/LCFESRmero/en/>
- [Lit.3] <http://svetelektro.com/modules.php?name=Forums&file=viewtopic&t=21815>
- [Lit.4] http://translate.google.com/translate?sl=fr&tl=en&js=n&prev=_t&hl=en&ie=UTF-8&layout=2&eotf=1&u=http%3A%2F%2Fwww.dcx2496.fr%2FESR.php

11 Seznam příloh

- Příloha č. 1** Program v .Hex
- Příloha č. 2** Přední panel ve formátu .PDF a ve formátu .DXF pro VariCAD
- Příloha č. 3** Schéma v plné velikosti