



## **Středoškolská technika 2018**

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

### **Tester elektrolytických kondenzátorů**

**Jaroslav Karban**

Integrovaná střední škola Nová Paka

Kumburská 846, 509 31 Nová Paka

#### **Anotace**

Vybral jsem si tester elektrolytických kondenzátorů, protože elektrolytické kondenzátory jsou nejporuchovější součástí v obvodech. Vadný elektrolytický kondenzátor se projevuje tím, že má nepatrně (někdy i více) zmenšenou kapacitu, ale hlavně se u něj hodně zvětšuje ESR. ESR je zkratka pro parazitní odpor, který je vřazený sériově ke kondenzátoru. Rozsah měření ESR je od 0.00 až 19.99  $\Omega$  a výsledná hodnota zobrazená na LCD je již po odečtení kapacitní reaktance.

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem svou ročníkovou práci vypracoval(a) samostatně a použil(a) jsem pouze uvedené podklady a literaturu.

Prohlašuji, že tištěná verze a elektronická verze ročníkové práce jsou shodné.

Nemám závažný důvod proti zpřístupňování této práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

V Nové Pace dne.....

podpis.....

## **Poděkování**

Chtěl bych poděkovat panu Ing. Pavlu Stránskému za skvělé teoretické rady a vstřícnost při konzultacích. Ještě bych chtěl poděkovat panu Bc. Radomíru Mikyskovi za skvělé praktické rady a taktéž vstřícnost při konzultacích. Nakonec bych chtěl poděkovat panu Petru Lízrovi a panu Vladimíru Jónovi za jejich rady a pomoc.

## Obsah

1. Úvod.....	5
2. Hlavní část práce.....	6
2.1.1 Postup vytváření výrobku.....	6
2.1.2 Popis kondenzátorů.....	9
2.1.3 Dělení kondenzátorů.....	9
3. Závěr.....	11
4. Seznam použité literatury.....	12
5. Přílohy.....	13

## Úvod

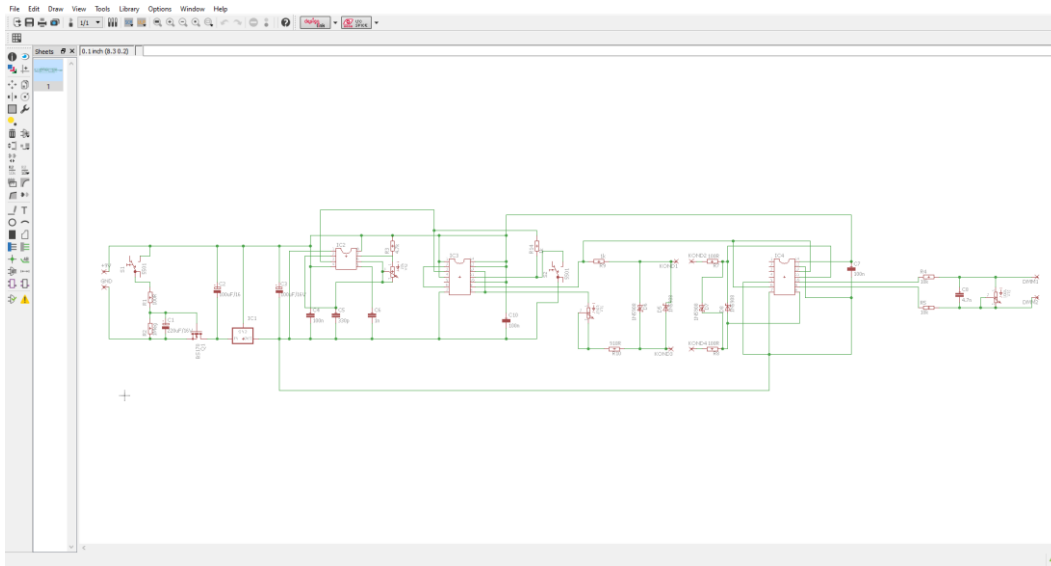
Elektrolytický kondenzátor je součástka, která disponuje velice malou spolehlivostí. Pokud nějaký obvod nefunguje, je to způsobeno převážně touto součástkou. Vadný elektrolytický kondenzátor se projevuje tím, že má nepatrně (někdy i více) zmenšenou kapacitu, ale hlavně se u něj hodně zvětšuje ESR. ESR je zkratka pro parazitní odpor, který je vřazený sériově ke kondenzátoru.

Mým cílem bylo vyrobit tester elektrolytických kondenzátorů, který by ukazoval výsledné ESR na displayi, aby bylo možné určit, zda je kondenzátor dobrý nebo špatný.

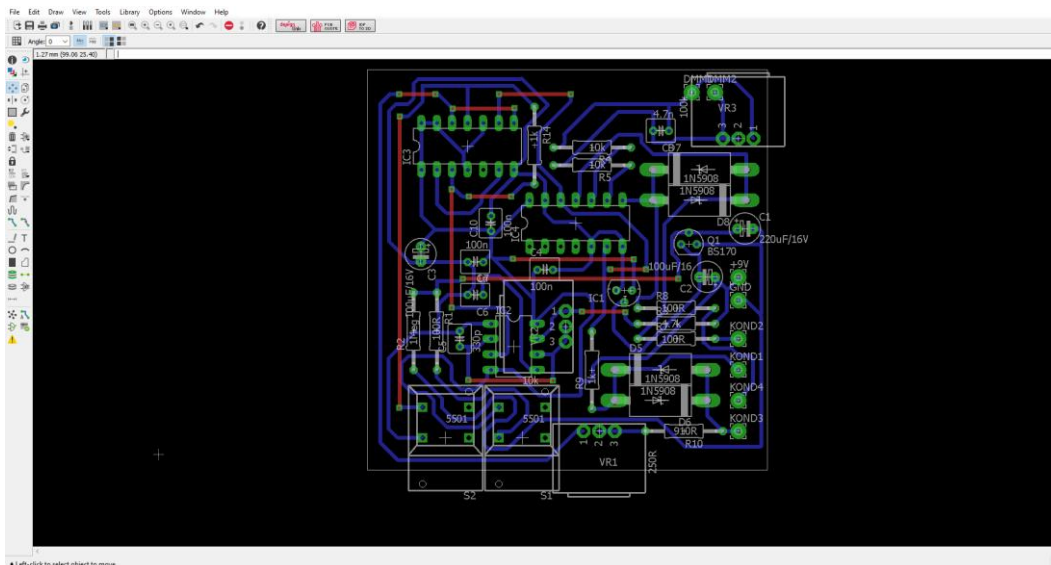
# Hlavní část práce

## 2.1.1 Postup vytváření výrobku

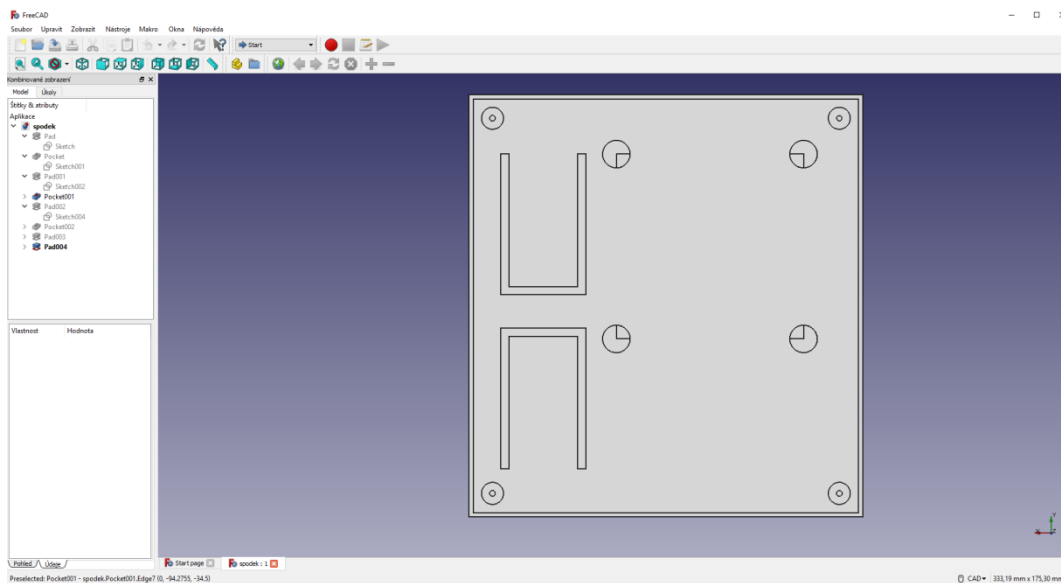
Jako první jsem si vyhledával nějaké schéma, které by odpovídalo mým představám, prvně jsem našel zapojení od pana Zajíce, ale nelíbilo se mi zobrazování pomocí LED diod. Poté jsem narazil tady na toto zapojení, kde výsledné ESR bylo zobrazováno na LCD displayi, což se mi líbilo daleko víc. Objednal jsem si součástky a pustil jsem se do navrhování v programu EAGLE, nejprve jsem nakreslil schéma, které vypadá takto:



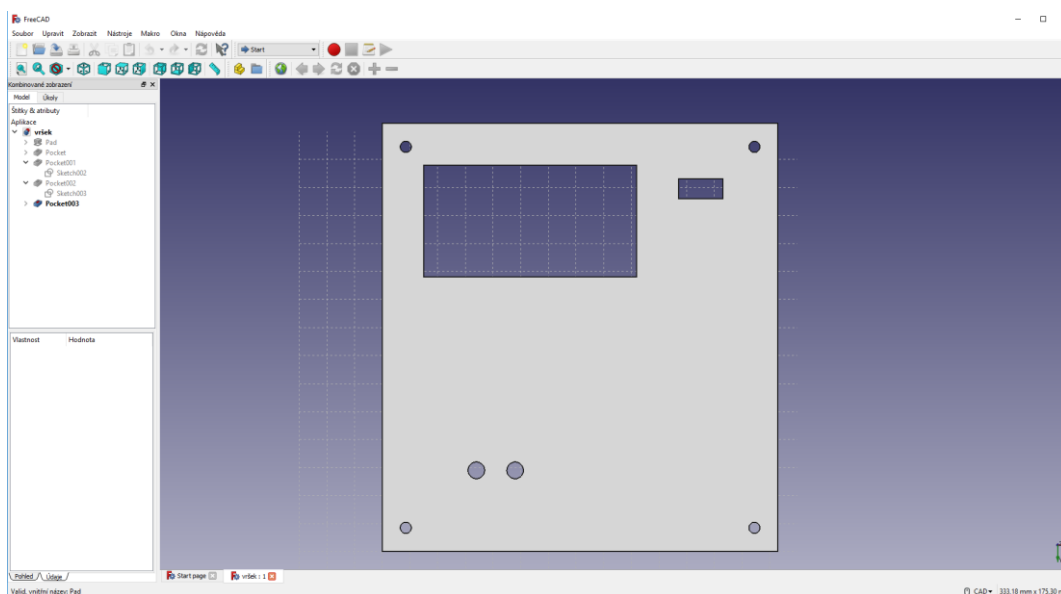
Ze schématu jsem dal vytvořit board, poté jsem začal navrhovat. Dosáhl jsem tohoto výsledku:



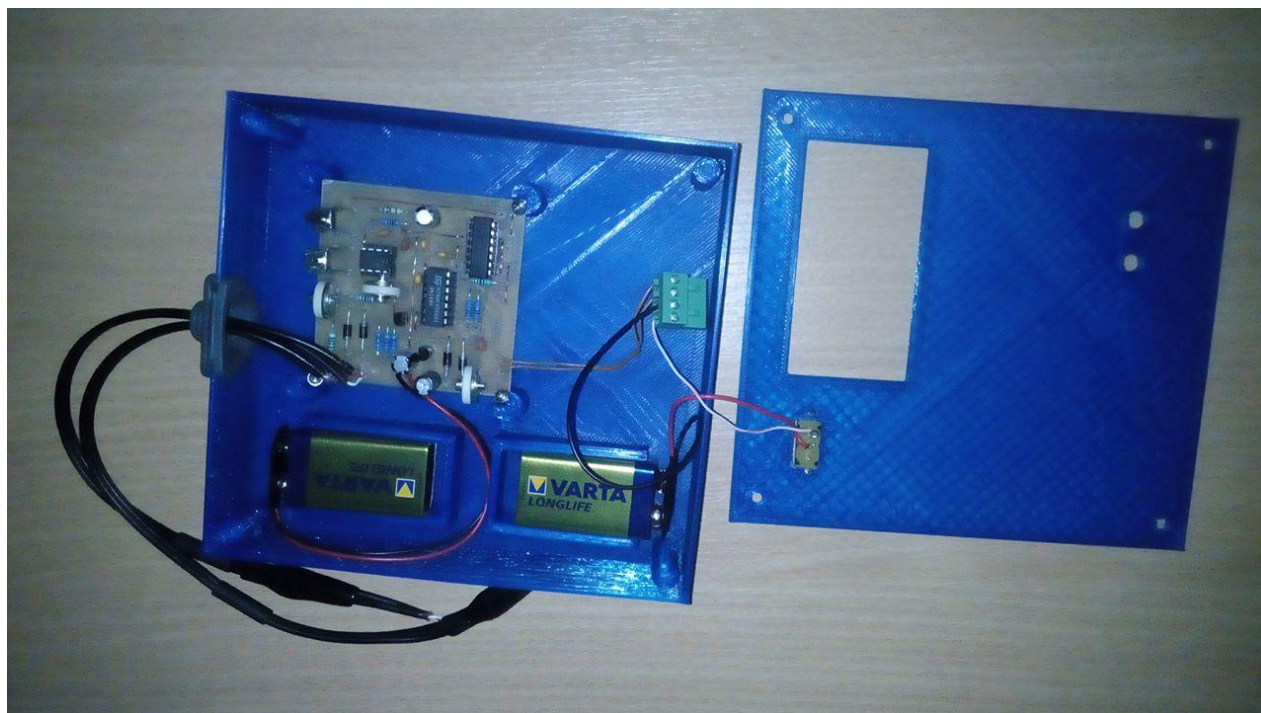
Následně jsem desku plošných spojů vyfrézoval na CNC frézce. Připájel jsem součástky na desku plošných spojů a následně jsem kalibroval a oživoval obvod. Jako první jsem připojil osciloskop na CM555 (pin 3), kde se musí objevit obdélníkové napětí, pomocí VR2 se nastaví frekvence na 200 kHz. Pak připojíme na měřící svorky rezistor 10  $\Omega$ , a na 74HC4066 (pin 9) se připojí osciloskop a VR1 se nastaví tak, aby na osciloskopu byla rovná čára. Nakonec se na měřící svorky nastaví libovolný odpor, já jsem použil odpor 8R2 a VR3 se nastaví tak, aby na display bylo 8.2 a měřicí přístroj je zkalibrován. Dalším krokem byla krabička, kterou jsem navrhoval v programu FREECAD. Spodek krabičky vypadal následovně:



Vršek krabičky:



Když se mi vytiskla krabička, začal jsem s vkládáním tištěného spoje, baterek, spínače a nakonec LCD voltmetru.



Hotový výrobek vypadá takto:





## 2.1.2 Popis kondenzátoru

### Kondenzátor

Kondenzátor je pasivní elektrotechnická součástka, jejíž charakteristickou vlastností je kapacita.

Každý skutečný kondenzátor kromě toho vykazuje další, takzvané parazitní vlastnosti, jako jsou indukčnost a odpor, čímž se odlišuje od kapacitoru, což je myšlená ideální součástka, která má pouze kapacitu, navíc stálou a nezávislou na okolních podmínkách.

### Elektrolytický kondenzátor

Je podstatně odlišný od jiných typů kondenzátorů. Elektrody mají velký povrch, který je tvořen nepravidelně naleptanou strukturou povrchu kovu a na něm je chemickým procesem zvaným formování vytvořena velmi tenká, dielektrická vrstva. Katoda je tvořena vodivým elektrolytem, který může být tekutý, polosuchý nebo pevný. Výhodou elektrolytického kondenzátoru je vysoká měrná kapacita, nevýhodou naopak to, že nesmí být přepólován.

## 2.1.3 Dělení kondenzátorů

**Klasické hliníkové:** Kapalným elektrolytem, anoda je tvořena čistou hliníkovou fólií, na které je vrstvička oxidu hlinitého, tato vrstvička je dielektrikum.

Výhodou je velká kapacita a nízká cena, nevýhodou vysoký ztrátový odpor a krátká životnost, zejména za vyšší teploty.

Elektrolyt časem vysychá - ve starších zařízeních je pak nutné elektrolytické kondenzátory měnit. Vyschlý kondenzátor je nejčastější příčina nefunkčnosti napájecích zdrojů.

Pokud kondenzátor není dlouhou dobu pod napětím, jeho kapacita se zmenší. Do jisté úrovně se dá zase obnovit připojením stejnosměrného proudu. V návodech od studiových fotoblesků bývá požadavek, aby uživatel po delším skladování prováděl formování.

Pouzdra kondenzátorů o průměru větším než asi 5 mm mívají do povrchu vyraženu drážku, která umožní v případě přetlaku bezpečné prasknutí, aby nedošlo k větší explozi. Malé pouzdro za stejných okolností celé vystřelí a v plošném spoji zůstane jen zátka s vývody.

Výrobci obvykle garantují životnost při teplotách do 85, nebo 105 °C. Nejlevnější mohou mít např. i 3000 h při 85 °C. Za nižších teplot je životnost výrazně vyšší.

Vyrábí se také nízkoimpedanční (low ESR) provedení, tedy se sníženým sériovým odporem. Výrobci u nich obvykle garantují, že ESR nepřekročí určitou hodnotu, nebo že kondenzátorem může procházet AC proud do určité výše. Tyto kondenzátory se převážně používají ve spínaných zdrojích, kde AC zátěž kondenzátoru dosahuje desítek procent DC proudu.

**Polymerové:** Tuhý polymerní elektrolyt. Mnohem dražší než klasické, ale mají nižší ztrátový odpor a vysokou životnost. V náročných podmínkách prakticky vytlačily C s obyčejným elektrolytem (např. na základních deskách v PC v okolí procesoru). Kapacita od stovek  $\mu\text{F}$  do několika mF.

**Tantalové:** Tuhý elektrolyt a anoda tvořená fólií z čistého sintrovaného tantalu, na které je vrstvička oxidu tantaličného.

Výhodou je výrazně nižší ztrátový odpor a indukčnost než u hliníkových.

Většina se vyrábí v SMD, vývodové provedení mívá charakteristický kapkovitý vzhled.

Snadné poškození přepětím.

Občas se mohou vznítit bez zjevných příčin, zejména po prvním zapnutí obvodu.

V současné době jsou vytlačovány vysokokapacitními MLCC keramickými kondenzátory.

Kapacita od desetin do několika stovek  $\mu\text{F}$ .

**Niobové:** Podobné vlastnosti jako tantalové, ale umožňují i nižší jmenovitá napětí (např. 1,8 V) a z toho plynoucí vyšší kapacitu, nebo naopak vyšší napětí, a některé typy zvládají vyšší teploty. Většinou pevné, ale některé typy mají i kapalné dielektrikum.

**Bipolární:** Hliníkový kondenzátor s oxidovou vrstvou na obou stranách. Snáší malé střídavé napětí (použití ve výhybkách u reprosoustav), případně i velké krátkodobě (rozběhový kondenzátor - musí být po rozběhu odepnut). Kapacita jednotky  $\mu\text{F}$  až jednotky mF.

## **Závěr**

K tomuto schématu jsem jen přidával spínač na voltmetr, protože voltmetr musí mít svůj vlastní zdroj, kde není automatické vypnutí po cca 5 minutách jako u měřicího obvodu. Toto je jediná nevýhoda oproti verzi s operačními zesilovači. Na stránkách, které jsem uvedl do seznamu použité literatury, jsem původně chtěl vytvořit stejný obvod, jen s operačními zesilovači, bohužel se mi tam vyskytla chyba, kterou jsem ani po dlouhém bádání nedokázal odstranit. Proto jsem se rozhodl pro tu druhou verzi, kde operační zesilovače nebyly. Před připojením k laboratornímu zdroji jsem si nastavil proudové omezení, kdyby tam náhodou někde byl zkrat, abych si nepoškodil žádnou ze součástek. Tento obvod už fungoval, stačilo ho jen zkalibrovat.

## **Seznam použité literatury**

<http://amarokcz.wz.cz/ESRP.htm>

<https://cs.wikipedia.org/wiki/Kondenz%C3%A1tor>

## Přílohy

Foto hotového testeru při testování odporu 8R2:

