



## **Středoškolská technika 2025**

**Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT**

### **Vytvoření multifunkční didaktické pomůcky do předmětu Elektronika**

**Josef Los**

Střední škola elektrotechnická Lipník nad Bečvou, Tyršova 781

# **STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST**

**Obor č. 12: Tvorba učebních pomůcek, didaktická technologie**

## **Vytvoření multifunkční didaktické pomůcky do předmětu Elektronika**

**Josef Los**

**Olomoucký kraj**

**Lipník nad Bečvou 2025**

# **STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST**

**Obor č. 12: Tvorba učebních pomůcek, didaktická technologie**

**Vytvoření multifunkční didaktické pomůcky do  
předmětu elektronika**

**Creation of multifunctional teaching aid for  
electronics subject**

|                    |                                                                          |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| <b>Autor:</b>      | Josef Los                                                                |
| <b>Škola:</b>      | Střední škola elektrotechnická, Tyršova 781<br>751 31, Lipník nad Bečvou |
| <b>Kraj:</b>       | Olomoucký                                                                |
| <b>Konzultant:</b> | Ing. Lukáš Koziel                                                        |

Lipník nad Bečvou 2025

# Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou ročníkovou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze prameny a literaturu uvedené v seznamu bibliografických záznamů.

Prohlašuji, že tištěná verze a elektronická verze práce SOČ 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) ve znění pozdějších předpisů.

V Lipníku nad Bečvou dne 31. 3. 2025

Josef Los

## **Poděkování**

Děkuji svému konzultantovi práce Ing. Lukášovi Kozielovi za vedení mé soutěžní práce a spolužákovi Jonášovi Grootovi za cenné rady k návrhu pomůcky.

## **Anotace**

Práce se zabývá vytvořením učební pomůcky pro výuku předmětu Elektronika. V teoretické části je uveden popis elektronických zapojení v pomůcce a použitých elektronických součástek. Praktická část obsahuje návod k nastavení, měření a studiu jednotlivých zapojení nebo několika zapojení za sebou.

## **Klíčová slova**

elektronické součástky; elektronická zapojení; elektronika; učební pomůcka

## **Annotation**

The thesis deals with the creation of a teaching aid for teaching the subject Electronics. The theoretical part describes the electronic circuits in the aid and the electronic components used. The practical part contains instructions for setting up, measuring and studying individual circuits or several circuits in a row.

## **Keywords**

electronic components; electronic circuits; electronics; teaching aid

## Obsah

|                                              |    |
|----------------------------------------------|----|
| Úvod.....                                    | 8  |
| 1 Elektronické součástky .....               | 9  |
| 1.1 Rezistor .....                           | 9  |
| 1.1.1 Ohmův zákon.....                       | 9  |
| 1.2 Kondenzátor.....                         | 9  |
| 1.2.1 Typy kondenzátorů .....                | 10 |
| 1.3 Cívka.....                               | 10 |
| 1.4 Dioda.....                               | 11 |
| 1.5 Zenerova dioda .....                     | 11 |
| 1.6 Tranzistor .....                         | 11 |
| 1.7 Operační zesilovač .....                 | 12 |
| 2 Elektronická zapojení .....                | 13 |
| 2.1 Usměrňovače .....                        | 13 |
| 2.1.1 Jednocestný usměrňovač.....            | 13 |
| 2.1.2 Dvoucestný usměrňovač .....            | 13 |
| 2.1.3 Můstkový usměrňovač .....              | 13 |
| 2.2 Filtry.....                              | 13 |
| 2.2.1 Vyhlažovací kondenzátor .....          | 14 |
| 2.2.2 CRC vyhlazovací filtr .....            | 14 |
| 2.2.3 CLC vyhlazovací filtr .....            | 14 |
| 2.2.4 Aktivní filtr .....                    | 14 |
| 2.3 Stabilizátory napětí .....               | 14 |
| 2.3.1 Stabilizátor se Zenerovou diodou ..... | 14 |
| 2.3.2 Aktivní stabilizátor .....             | 15 |
| 2.3.3 Integrovaný stabilizátor .....         | 15 |
| 2.4 Integrační článek.....                   | 15 |
| 2.5 Derivační článek .....                   | 15 |
| 2.6 Zdvojovač napětí.....                    | 15 |
| 2.7 Kaskádní násobič napětí .....            | 15 |
| 3 Praktické použití pomůcky .....            | 16 |
| 3.1 Základní principy použití.....           | 16 |

|       |                                              |    |
|-------|----------------------------------------------|----|
| 3.2   | Nastavování hodnot odporů rezistorů .....    | 16 |
| 3.3   | Používání generátoru funkcí .....            | 16 |
| 4     | Zapojení v praxi .....                       | 17 |
| 4.1   | Usměřňovače .....                            | 17 |
| 4.1.1 | Jednocestný usměřňovač.....                  | 17 |
| 4.1.2 | Dvoucestný usměřňovač – Graetzův můstek..... | 17 |
| 4.2   | Vyhlažovací filtry .....                     | 18 |
| 4.2.1 | Filtrační kondenzátor .....                  | 18 |
| 4.2.2 | CRC vyhlazovací filtr .....                  | 19 |
| 4.2.3 | CLC vyhlazovací filtr .....                  | 20 |
| 4.2.4 | Aktivní filtr .....                          | 20 |
| 4.3   | Stabilizátory napětí .....                   | 21 |
| 4.3.1 | Stabilizátor se Zenerovou diodou .....       | 21 |
| 4.3.2 | Aktivní stabilizátor .....                   | 22 |
| 4.3.3 | Stabilizátor řady 78xx .....                 | 23 |
| 4.4   | Integrační článek .....                      | 24 |
| 4.5   | Derivační článek .....                       | 24 |
| 4.6   | Zdvojovač napětí.....                        | 25 |
| 4.7   | Kaskádní násobič napětí .....                | 25 |
|       | Závěr .....                                  | 26 |
| 5     | Seznam obrázků .....                         | 27 |
| 6     | Bibliografický záznam .....                  | 28 |
| 7     | Seznam příloh .....                          | 29 |
| 8     | Přílohy.....                                 | I  |



## Úvod

Hlavním cílem mé práce je doplnění současného vybavení elektrické laboratoře ve škole Střední škola elektrotechnická Lipník nad Bečvou. Konkrétně se jedná o vytvoření učební pomůcky do předmětu Elektronika. Účel využití pomůcky se zaměřuje na učivo druhého ročníku.

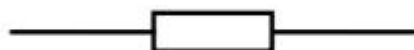
Práce je rozčleněna na dvě části, a to na praktickou a teoretickou. V teoretické části se věnuji popisu základních elektronických součástek a elektronických zapojení. V praktické části se věnuji popisu základní práce s vytvořenou učební pomůckou.

Cílem práce je popsat jednotlivá zapojení tak, aby žáci lépe pochopili jejich vlastnosti a možnosti použití.

# 1 Elektronické součástky

## 1.1 Rezistor

Rezistory jsou elektronické součástky projevující se vlastností elektrického odporu. Hodnoty odporů se pohybují od zlomků ohmu až po megaohmy. Používají se standardizované řady hodnot. Například v řadě E6 jsou hodnoty 1,0; 1,5; 2,2; 3,3; 4,7; 5,6; 6,8; 8,2. Hodnota z řady se dále může násobit, např. 1,5 kΩ; 3,3 mΩ nebo 6,8 MΩ. Každý rezistor má určitou toleranci, která vyjadřuje možnou odchylku skutečné hodnoty odporu od jmenovité. Rezistory se rozlišují podle materiálu, ze kterého je rezistor vyroben, a nebo také podle konstrukce vývodů. Některé rezistory umožňují i nastavení odporu, takovým rezistorům se říká potenciometr. (Voženílek 1990)



Obrázek č. 1: Schématická značka rezistoru

### 1.1.1 Ohmův zákon

Ohmův zákon nám říká, že napětí ( $U$ ) mezi konci vodiče je přímo úměrné elektrickému proudu ( $I$ ), který vodičem prochází. Tento vztah lze vyjádřit rovnicí:

$$R = \frac{U}{I}$$

To znamená, že pokud v elektrickém obvodu s konstantním odporem zvýšíme napětí, úměrně tomu vzroste i proud procházející obvodem. Podobně lze z této rovnice vyjádřit proud:

$$I = \frac{U}{R}$$

## 1.2 Kondenzátor

Kondenzátor je pasivní elektrotechnická součástka, jejíž hlavní vlastností je kapacita, což je schopnost uchovávat elektrický náboj. Ve skutečnosti má však každý kondenzátor kromě kapacity i parazitní vlastnosti, jako je indukčnost a odpor. Kondenzátor se skládá ze dvou vodivých desek oddělené dielektrikem. (Doleček 2005)

Ve střídavých obvodech mění fázový posun mezi napětím a proudem. Ve stejnosměrných obvodech se používá jako filtrační součástka.

Kapacita se značí  $C$  a udává se ve Faradech [F]. Jmenovité napětí je hodnota napětí, které můžeme na kondenzátor připojit. Při jejím překročení může dojít ke zničení kondenzátoru. Ztrátový činitel ( $\tan \delta$ ) je poměr mezi odporovou a kapacitní složkou impedance kondenzátoru. (Doležal 2014)

### 1.2.1 Typy kondenzátorů

**Keramické** – levné, kompaktní, vhodné pro blokovací a vazební obvody, ale s vysokou kmitočtovou a teplotní nestabilitou.

**Fóliové** – stabilnější, vhodné pro signálové filtry a kvalitní audio obvody.

**Elektrolytické** – mají velkou kapacitu, ale jsou polarizované a náchylné k degradaci (vysychání elektrolytu, proražení dielektrika), používají se v napájecích zdrojích jako filtry.

**Superkapacity** – mají obrovskou kapacitu, slouží jako záložní zdroje energie.

**Proměnné kondenzátory** – používané v ladicích obvodech, dnes nahrazovány varikapky.

Celkově se kondenzátory používají v širokém spektru aplikací, přičemž každý typ má specifické vlastnosti a vhodné využití. (Doležal 2014)



Obrázek č. 2: Schématická značka kondenzátoru

### 1.3 Cívka

Cívka je elektrotechnická součástka, jejíž vlastností je indukčnost. Cívka po připojení na elektrické napětí vytváří kolem sebe magnetické pole. Ve střídavých obvodech zpožďuje proud oproti napětí. Cívky se používají k filtraci napájení, v rezonančních obvodech (laděné obvody v rádiích), nebo k transformaci napětí. Dále se používají v elektromotorech nebo relé.

Cívky jsou tvořeny vodičem navinutým na kostře. Cívky mohou být i samonosné (bez kostry). Uvnitř cívky může být jádro (feritové nebo kovové). Indukčnost cívky závisí na počtu závitů, relativní permeabilitě, konstrukci cívky (např. toroid, solenoid). V praxi se u cívek uvažují také ztráty způsobené vířivými proudy nebo skin efektem. Činitel jakosti  $Q$  je poměr mezi odporovou a indukční složkou impedance cívky.

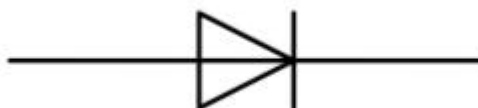
Tlumivky jsou cívky s jednoduchým vinutím, které jsou určeny pro filtraci a odrušení. Ladicí cívky jsou cívky umožňující změnu indukčnosti. Transformátory jsou složeny ze dvou cívek s různými počty závitů. Používají se k transformaci napětí na nižší nebo vyšší napětí nebo ke galvanickému oddělení. (Doležal 2014)



Obrázek č. 3: Schématická značka cívky

## 1.4 Dioda

Dioda je aktivní elektronická součástka, jejíž vlastností je to, že propouští elektrický proud jen jedním směrem. Dioda má dvě elektrody, které se nazývají anoda a katoda. Když je dioda zapojená v propustném směru (kladný pól na anodě a záporný pól na katodě), tak proud propouští. Když je dioda zapojená v závěrném směru (záporný pól na anodě a kladný pól na katodě), tak proud nepropouští. (Doležal 2014)



Obrázek č. 4: Schématická značka diody

## 1.5 Zenerova dioda

Zenerova dioda aktivní elektrotechnická součástka, jejíž vlastností je stabilizační účinek. Je vyrobena tak, aby mohla pracovat v závěrném směru. Při nižších napětích dochází k průrazu na základě Zenerova jevu, zatímco při vyšších napětích se uplatňuje lavinový jev. Maximální závěrný proud je omezen výkonovou ztrátou daného typu diody a hodnotou Zenerova napětí. Zenerova dioda se v propustném směru chová stejně jako běžná křemíková dioda, protože se její voltampérová charakteristika v propustném směru shoduje s voltampérovými charakteristiky běžných křemíkových diod. Zenerovy diody se využívají především jako stabilizátory napětí a k omezování napětí. Proto se jim také říká stabilizační diody. Stabilizační funkce vychází z voltampérové charakteristiky diody – při velkých změnách proudu se napětí na ní mění jen minimálně. (Doležal 2014)



Obrázek č. 5: Schématická značka Zenerovy diody

## 1.6 Tranzistor

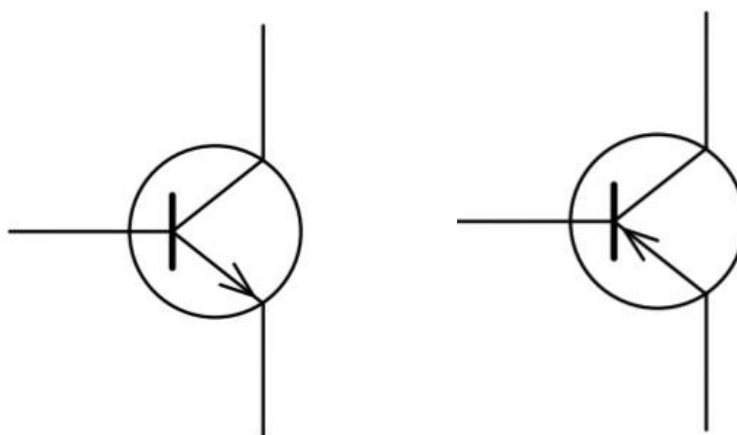
Tranzistor je aktivní elektronická součástka, jejíž vlastností je zesilovací účinek. Název vznikl zkrácením anglického TRANSfer resISTOR. Tranzistory mají tři elektrody. Na rozdíl od pasivních součástek mají tranzistory schopnost zesilovat výkon, což znamená, že malým výkonem můžeme řídit větší výkon. Tranzistory se využívají ke zpracování spojitých signálů, například v zesilovačích a oscilátorech. Dále se tranzistory používají jako spínací součástky, například v číslicové technice v logických obvodech a v klopných obvodech. Existují dvě základní skupiny tranzistorů – unipolární tranzistory a bipolární tranzistory.

Unipolární tranzistory jsou řízeny elektrickým polem. Unipolární tranzistory mají tři elektrody – Gate, Source, Drain. Napětím na elektrodě G se ovládá proud tekoucí elektrodou S.

Pro unipolární tranzistory se používá zkratka FET, která je vytvořena z anglického Field Effect Transistor.

Bipolární tranzistory jsou polovodičové součástky složené ze tří oblastí polovodičů se střídající se vodivostí. Existují dvě základní uspořádání – NPN a PNP. Bipolární tranzistory mají tři elektrody – Báze, Kolektor, Emitor. Proud tekoucí kolektorem se řídí pomocí proudu tekoucího do báze. Pro bipolární tranzistory se používá zkratka BJT, která je vytvořena z anglického Bipolar Junction Transistor.

Existují tři základní zapojení tranzistoru – zapojení se společnou bází, zapojení se společným emitorem a zapojení se společným kolektorem. Zapojení se společnou bází (SB) se používá jen ve speciálních případech. Zapojení se společným emitorem (SE) je nejčastější. Zapojení se společným kolektorem (SC) slouží jako proudový zesilovač s nízkou výstupní impedancí. (Doležal 2014)



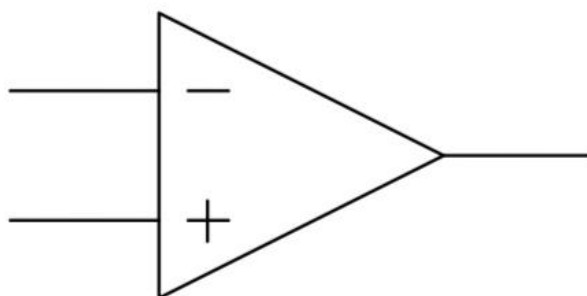
Obrázek č. 6: Schématické značky tranzistorů NPN (vlevo) a PNP (vpravo)

## 1.7 Operační zesilovač

Operační zesilovače se původně využívaly v analogových počítačích určených k řešení diferenciálních rovnic. První operační zesilovače byly vyráběny z elektronek. Dnes se operační zesilovače vyrábí v podobě integrovaných obvodů. Operační zesilovače jsou integrovány do čipů a mohou obsahovat více zesilovačů v jednom pouzdře. Dnes operační zesilovače nacházejí uplatnění především v měřicí a automatizační technice. Dále se využívají i v audiotechnice a dalších elektronických aplikacích.

Operační zesilovač funguje na principu zesílení rozdílu napětí mezi invertujícím vstupem a neinvertujícím vstupem, přičemž souhlasné napětí (stejně na obou vstupech) nezesiluje. Ideální operační zesilovač má nekonečné zesílení, nekonečný vstupní odpor, nekonečnou šířku pásma a nulový výstupní odpor. Reálné operační zesilovače mají vstupní napěťovou a proudovou nesymetrii, které mohou ovlivnit jeho přesnost. (Doležal 2014)

Mezi základní zapojení s operačním zesilovačem patří například komparátor, napěťový sledovač (buffer), invertující zesilovač, neinvertující zesilovač, integrační zesilovač, derivační zesilovač nebo Schmittův klopný obvod.



Obrázek č. 7: Schématická značka operačního zesilovače

## 2 Elektronická zapojení

### 2.1 Usměrňovače

Usměrňovače lze rozdělit na jednocestné a dvoucestné. Dále se usměrňovače dělí podle počtu fází na jednofázové a třífázové.

#### 2.1.1 Jednocestný usměrňovač

Tento typ usměrňovače obsahuje usměrňovací diodu, která je zapojena tak, aby propouštěla proud pouze v jedné polovině periody střídavého vstupního signálu. Na vstupu je připojeno střídavé napětí, zatímco na výstupu získáme stejnosměrné napětí. (Vylegala 2006)

#### 2.1.2 Dvoucestný usměrňovač

Pro tento typ usměrňovače je nutný síťový transformátor s vyvedeným středem sekundárního vinutí. Tímto způsobem se na výstupu získává dvoucestně usměrněné napětí, což znamená, že proud prochází zátěží během obou půlperiod vstupního signálu. (Vylegala 2006)

#### 2.1.3 Můstkový usměrňovač

Můstkový usměrňovač se někdy také označuje jako Graetzův můstek. Můstkový usměrňovač je typ dvojcestného usměrňovače. Můstkový usměrňovač používá čtyři diody uspořádané do můstku. Díky tomuto uspořádání je napětí na výstupu stejnosměrné – výstupní horní svorka zůstává trvale kladná a výstupní dolní svorka trvale záporná, i když se vstupní střídavé napětí mění. (Vylegala 2006)

### 2.2 Filtry

Napětí za usměrňovačem je zvlněné. Charakter tohoto zvlnění se liší podle druhu usměrňovače. Elektronické obvody však potřebují napájecí napětí s co nejnižším zvlněním, a proto se za usměrňovač zařazuje filtr, který toto zvlnění redukuje. Typ použitého filtru se vybírá na základě velikosti odebíraného proudu a požadavků na kvalitu vyhlazení napětí. Úroveň zvlnění lze

vyjádřit činitelem zvlnění. K filtraci usměrněného napětí se využívají různé pasivní i aktivní součástky, případně jejich kombinace. Nejjednodušším filtrem je kondenzátor. (Vylegala 2006)

### **2.2.1 Vyhlažovací kondenzátor**

Vyhlažovací kondenzátor je nejjednodušší filtr. Tento filtr může být tvořen jen jedním kondenzátorem nebo více kondenzátory zapojených paralelně. Většinou se používají kondenzátory o velikosti kapacity od stovek mikrofaradů až k jednotkám milifaradů.

### **2.2.2 CRC vyhlazovací filtr**

CRC vyhlazovací filtr nabízí lepší filtrační vlastnosti než obyčejné zapojení s jedním filtračním kondenzátorem. CRC vyhlazovací filtry lze řadit za sebou. CRC vyhlazovací filtry se řadí mezi pasivní filtry. Jejich podélná větev obsahuje rezistor, zatímco v příčných větvích se nacházejí kondenzátory. Kvůli rezistoru je výstupní napětí z filtru menší, protože na rezistoru se vytváří úbytek napětí. (Vylegala 2006)

### **2.2.3 CLC vyhlazovací filtr**

CLC vyhlazovací filtr nabízí lepší filtrační vlastnosti než CRC vyhlazovací filtr. CLC vyhlazovací filtry lze též řadit za sebou. CLC vyhlazovací filtry se řadí mezi pasivní filtry. Jejich podélná větev obsahuje tlumivku, zatímco v příčných větvích se nacházejí kondenzátory. Tlumivka omezuje proudové nárazy a nevytváří se na ní úbytek napětí jako na rezistoru, takže výstupní napětí není sníženo. Nevýhodou CLC filtru je ale nutnost velké indukčnosti. (Vylegala 2006)

### **2.2.4 Aktivní filtr**

Aktivní filtr je elektronický obvod, který používá aktivní součástky jako jsou tranzistory nebo operační zesilovače k filtraci napětí. Má větší účinnost než pasivní filtry.

## **2.3 Stabilizátory napětí**

Stabilizátory napětí slouží k udržování konstantního napětí na zátěži při kolísání napětí zdroje nebo při změnách odebíraného proudu. Řadí se většinou mezi usměrňovače s filtrem a zátěží. (Vylegala 2006)

Existují tři typy stabilizátorů napětí – parametrické stabilizátory, zpětnovazební stabilizátory a integrované stabilizátory. Mezi parametrické stabilizátory napětí se řadí stabilizátor se Zenerovou diodou. Zpětnovazební stabilizátory napětí používají aktivní součástky jako jsou tranzistory nebo operační zesilovače. Mezi integrované stabilizátory patří velice známé obvody 78xx pro kladné napětí anebo 89xx pro záporné napětí.

### **2.3.1 Stabilizátor se Zenerovou diodou**

Stabilizátor se Zenerovou diodou je nejjednodušší stabilizátor napětí. Obsahuje rezistor a Zenerovu diodu zapojenou v závěrném směru.

### **2.3.2 Aktivní stabilizátor**

Aktivní stabilizátor využívá tranzistor pro lepší stabilizaci napětí. Tranzistor zesiluje proud a zajišťuje tím vyšší výkon pro zátěž. Mezi výhody patří vyšší účinnost a lepší stabilizace.

### **2.3.3 Integrovaný stabilizátor**

Integrované stabilizátory řady 78xx jsou stabilizátory s pevně nastaveným výstupním napětím. Řadí se mezi ně například 7805, 7812 nebo 7824. Mají tři vývody – IN, GND, OUT.

## **2.4 Integrační článek**

Integračnímu článku se také říká dolní propust nebo integrátor. Integrační článek je elektronický obvod, který provádí integraci vstupního signálu. Výstupní napětí je integrálem vstupního napětí v čase. V podélné větvi je rezistor a v příčné větvi je kondenzátor.

## **2.5 Derivační článek**

Derivačnímu článku se také říká horní propust nebo derivátor. Derivační článek je elektronický obvod, který provádí derivaci vstupního signálu. Výstupní napětí je derivací vstupního napětí v čase. V podélné větvi je kondenzátor a v příčné větvi je rezistor.

## **2.6 Zdvojovač napětí**

Zdvojovač napětí je elektronický obvod, který zdvojnásobuje vstupní napětí pomocí dvou diod a dvou kondenzátorů. Je napájený střídavým napětím.

## **2.7 Kaskádní násobič napětí**

Kaskádový násobič napětí je elektronický obvod, který dokáže několikanásobně zvětšit vstupní napětí. Využívá kaskádní zapojení několika diod a kondenzátorů. Je napájený střídavým napětím. Používá se tam, kde je potřeba vysoké stejnosměrné napětí s malým proudem, například pro CRT obrazovky.



## 3 Praktické použití pomůcky

### 3.1 Základní principy použití

Pomůcka se používá společně s 12V symetrickým zdrojem napětí a osciloskopem. Vlevo nahoře na panelu pomůcky jsou tři vstupy (+12V, -12V, GND) pro připojení symetrického zdroje napětí. Z těchto vstupů jsou napájené operační zesilovače obsažené v generátoru funkcí.

Vybraný výstup z generátoru se zapojuje do vybraného zapojení. Výstup daného zapojení se měří osciloskopem. Jednotlivá zapojení se můžou řetězit, to znamená zapojovat za sebou různá zapojení k docílení různého výstupu měřeného osciloskopem.

Jednotlivá zapojení mají u sebe ovládací prvky jako potenciometry, otočné přepínače a posuvné přepínače. Těma se ovládají nebo přepínají hodnoty součástek v zapojení.

### 3.2 Nastavování hodnot odporů rezistorů

Hodnota odporu se mění otáčením knoflíku potenciometru. Ještě před započítím nastavování je třeba zajistit, aby byla část, kterou nastavujeme, bez proudu.

U některých rezistorů je malý přepínač. Ten slouží k odpojení rezistoru od obvodu, aby šla hodnota odporu rezistoru změřit. Tento přepínač přepneme do polohy 0. Poté můžeme zapojit ohmmetr k měřenému rezistoru a začít otáčet knoflíkem potenciometru. Po nastavení požadované hodnoty odpojíme ohmmetr a pokud je u rezistoru přepínač, přepneme přepínač zpět do polohy I.

### 3.3 Používání generátoru funkcí

Generátor funkcí je umístěn vlevo na panelu pomůcky. Generátor dokáže vytvářet všechny základní průběhy (obdélníkový, trojúhelníkový, pilovitý, sinusový) ve frekvenčním rozsahu od 5 Hz do 12,5 kHz. Sinusový průběh je ve frekvenčním rozsahu od 5 Hz do 6,25 kHz.

Generátor funkcí má tři výstupy, první od shora je pro obdélníkový průběh, druhý od shora je kombinovaný pro trojúhelníkový a pilovitý průběh, a třetí od shora je pro sinusový průběh. Výstupní průběh druhého výstupu se přepíná přepínačem na horní části generátoru funkcí.

Frekvence se nastavuje čtyřmi potenciometry a dvěma kondenzátorovými přepínači. Dva potenciometry nejvíc vlevo se používají k ladění frekvence pilovitého průběhu. Ten vlevo je pro ladění délky náběžné hrany. Ten vpravo je pro ladění délky sestupné hrany.

$$T = 2C_1(R_1 + R_2) \text{ Výpočet periody pilovitého průběhu}$$

Další dva potenciometry jsou pro ladění frekvence ostatních průběhů.

$$T = 4C_1R_3 = 8C_2R_4 \text{ Výpočet periody ostatních průběhů}$$

## 4 Zapojení v praxi

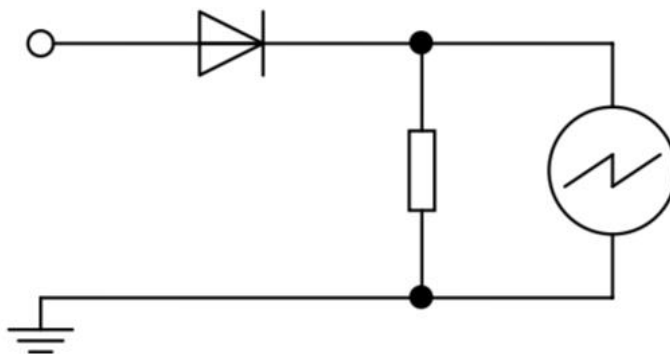
### 4.1 Usměrňovače

Usměrňovače se používají pro přeměnu střídavého napětí na stejnosměrné napětí. Usměrňovače se dělí na jednocestné a dvoucestné. Podle počtu fází je můžeme rozdělit na jednofázové a třífázové.

#### 4.1.1 Jednocestný usměrňovač

Jednocestný usměrňovač už podle názvu používá jen jednu cestu – diodu. Zpracovává tedy jenom jednu půlvlnu střídavého signálu. Je to nejjednodušší zapojení usměrňovače, protože používá jenom jednu součástku, a to diodu. Má ovšem jen poloviční účinnost oproti dvoucestnému usměrňovači. Proto je vhodný pro zařízení s malými odběry proudu.

Nastavíme generátor na požadovanou frekvenci a vybereme výstupní průběh. Ten přivedeme na vstup jednocestného usměrňovače. Výstup z jednocestného usměrňovače přivedeme na červenou vstupní svorku odporové zátěže. Černou vstupní svorku odporové zátěže spojíme s uzemněním. K odporové zátěži připojíme osciloskop a sledujeme výstupní napětí.

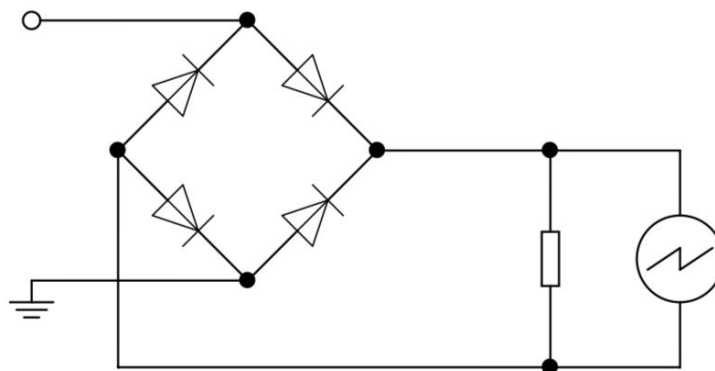


Obrázek č. 8: Schéma zapojení jednocestného usměrňovače

#### 4.1.2 Dvoucestný usměrňovač – Graetzův můstek

Tento typ usměrňovače zpracovává kladnou i zápornou půlvlnu střídavého napětí. Existují dvě zapojení dvoucestného usměrňovače: zapojení s napájecím transformátorem s dvojitým sekundárním vinutím a dvěma diodami, a zapojení s Graetzovým můstkem. Graetzův můstek je tvořen čtyřmi diodami.

Nastavíme generátor na požadovanou frekvenci a vybereme výstupní průběh. Ten přivedeme na červenou vstupní svorku Graetzova můstku. Černou vstupní svorku Graetzova můstku spojíme s uzemněním. Červenou výstupní svorku Graetzova můstku přivedeme na červenou vstupní svorku odporové zátěže. Černou vstupní svorku odporové zátěže spojíme s černou výstupní svorkou Graetzova můstku. K odporové zátěži připojíme osciloskop a sledujeme výstupní napětí.



Obrázek č. 9: Schéma zapojení můstkového usměrňovače

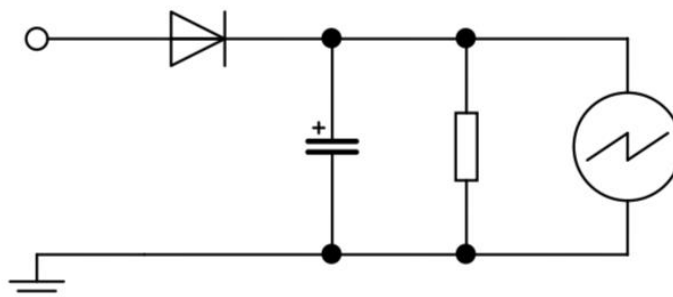
## 4.2 Vyhlašovací filtry

Výstupní průběh napětí usměrňovače je zvlněné a není vhodné pro většinu zařízení. Proto ho musíme vyhladit. K tomu se používají vyhlašovací filtry. Tato pomůcka obsahuje dva filtrační kondenzátory, CRC filtr, CLC filtr, aktivní filtr. Úkolem vyhlašovacího filtru je zmenšit zvlnění výstupního signálu usměrňovače. Vyhlašovací filtry se rozdělují na pasivní a aktivní.

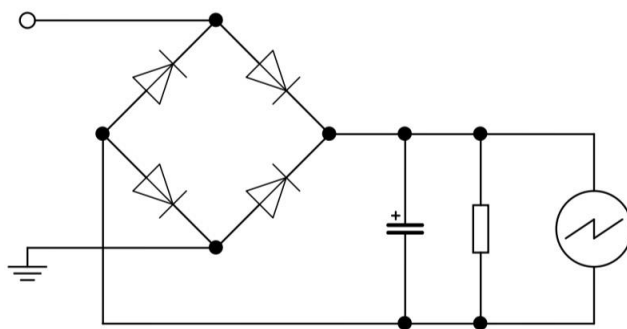
### 4.2.1 Filtrační kondenzátor

Je to nejjednodušší zapojení vyhlašovacího filtru. Kondenzátor se zapojuje paralelně za usměrňovač.

Nastavíme generátor na požadovanou frekvenci a vybereme výstupní průběh. Ten připojíme k požadovanému usměrňovači. Červenou výstupní svorku usměrňovače přivedeme na červenou vstupní svorku filtračního kondenzátoru. Černou vstupní svorku filtračního kondenzátoru spojíme s uzemněním při použití jednocestného usměrňovače, a nebo s černou výstupní svorkou Graetzova můstku. Červenou výstupní svorku filtračního kondenzátoru spojíme s červenou vstupní svorkou odporové zátěže. Černou výstupní svorku filtračního kondenzátoru spojíme s černou vstupní svorkou odporové zátěže. K odporové zátěži připojíme osciloskop a sledujeme výstupní napětí. Při tom můžeme ovládat otočný přepínač u kondenzátoru nebo potenciometr zátěže a sledovat jak se mění zvlnění výstupního napětí měřeného osciloskopem.



Obrázek č. 10: Schéma zapojení jednocestného usměrňovače s jedním filtračním kondenzátorem

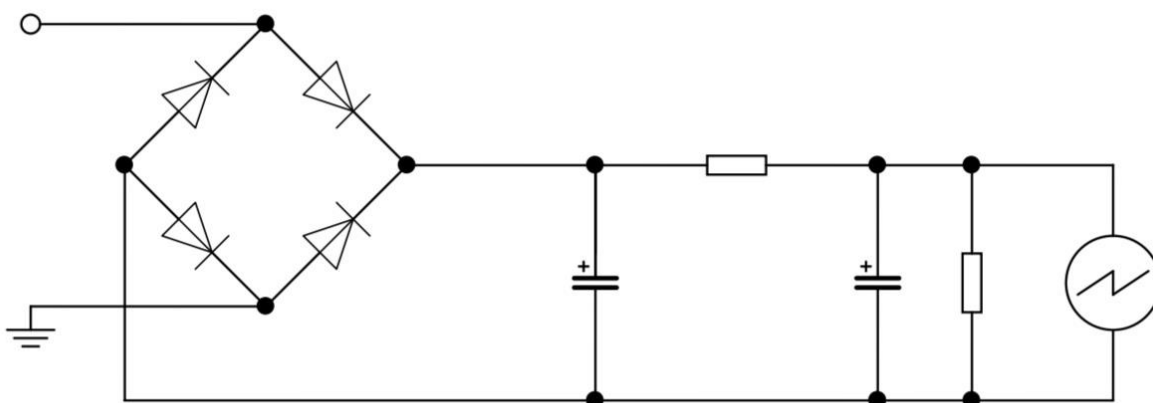


Obrázek č. 11: Schéma zapojení můstkového usměrňovače s jedním filtračním kondenzátorem

#### 4.2.2 CRC vyhlazovací filtr

CRC vyhlazovací filtr je tvořen dvěma kondenzátory a rezistorem.

Nastavíme generátor na požadovanou frekvenci a vybereme výstupní průběh. Ten připojíme k požadovanému usměrňovači. Červenou výstupní svorku usměrňovače přivedeme na červenou vstupní svorku CRC vyhlazovacího filtru. Černou vstupní svorku CRC vyhlazovacího filtru spojíme s uzemněním při použití jednocestného usměrňovače, a nebo s černou výstupní svorkou Graetzova můstku. Červenou výstupní svorku CRC vyhlazovacího filtru spojíme s červenou vstupní svorkou odporové zátěže. Černou výstupní svorku CRC vyhlazovacího filtru spojíme s černou vstupní svorkou odporové zátěže. K odporové zátěži připojíme osciloskop a sledujeme výstupní napětí. Při tom můžeme ovládat dva otočné přepínače u kondenzátorů, potenciometr filtru nebo potenciometr zátěže a sledovat jak se mění zvlnění výstupního napětí měřeného osciloskopem.

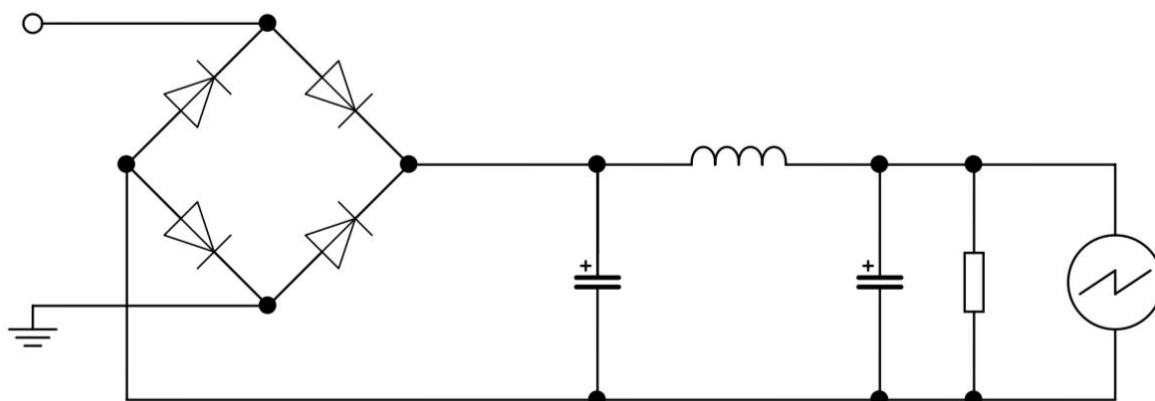


Obrázek č. 12: Schéma zapojení můstkového usměrňovače s CRC filtrem

### 4.2.3 CLC vyhlazovací filtr

CLC vyhlazovací filtr je tvořen dvěma kondenzátory a tlumivkou.

Nastavíme generátor na požadovanou frekvenci a vybereme výstupní průběh. Ten připojíme k požadovanému usměrňovači. Červenou výstupní svorku usměrňovače přivedeme na červenou vstupní svorku CLC vyhlazovacího filtru. Černou vstupní svorku CLC vyhlazovacího filtru spojíme s uzemněním při použití jednocestného usměrňovače, a nebo s černou výstupní svorkou Graetzova můstku. Červenou výstupní svorku CLC vyhlazovacího filtru spojíme s červenou vstupní svorkou odporové zátěže. Černou výstupní svorku CLC vyhlazovacího filtru spojíme s černou vstupní svorkou odporové zátěže. K odporové zátěži připojíme osciloskop a sledujeme výstupní napětí. Při tom můžeme ovládat dva otočné přepínače u kondenzátorů, přepínač tlumivek nebo potenciometr zátěže a sledovat jak se mění zvlnění výstupního napětí měřeného osciloskopem.

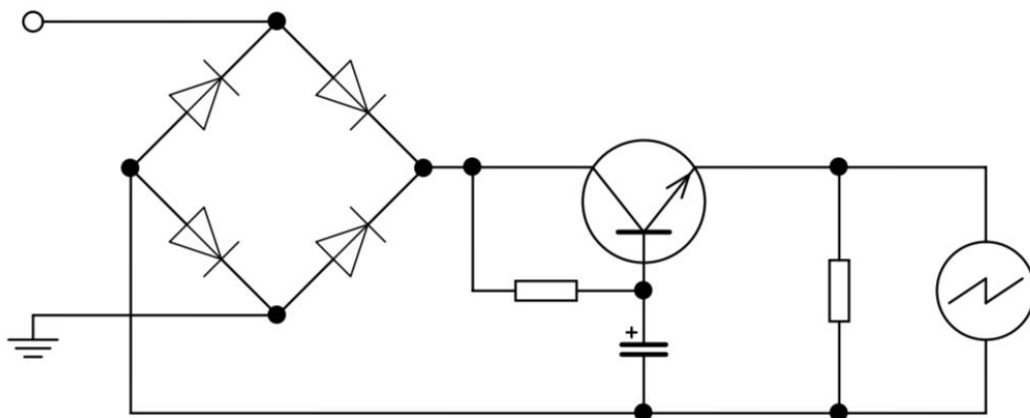


Obrázek č. 13: Schéma zapojení můstkového usměrňovače s CLC filtrem

### 4.2.4 Aktivní filtr

Aktivní filtry mají větší filtrační účinek než filtry pasivní.

Nastavíme generátor na požadovanou frekvenci a vybereme výstupní průběh. Ten připojíme k požadovanému usměrňovači. Červenou výstupní svorku usměrňovače přivedeme na červenou vstupní svorku aktivního filtru. Černou vstupní svorku aktivního filtru spojíme s uzemněním při použití jednocestného usměrňovače, a nebo s černou výstupní svorkou Graetzova můstku. Červenou výstupní svorku aktivního filtru spojíme s červenou vstupní svorkou odporové zátěže. Černou výstupní svorku aktivního filtru spojíme s černou vstupní svorkou odporové zátěže. K odporové zátěži připojíme osciloskop a sledujeme výstupní napětí. Při tom můžeme ovládat otočný přepínač u kondenzátoru, potenciometr filtru nebo potenciometr zátěže a sledovat jak se mění zvlnění výstupního napětí měřeného osciloskopem.



Obrázek č. 14: Schéma zapojení můstkového usměrňovače s aktivním filtrem

### 4.3 Stabilizátory napětí

Stabilizátory napětí mají za úkol udržovat konstantní výstupní napětí při kolísání napětí zdroje nebo při změnách odebíraného proudu. Stabilizátor navíc zmenšuje zvlnění. Stabilizátory napětí se rozdělují na parametrické, zpětnovazební a integrované. Mezi parametrické stabilizátory napětí patří například stabilizátor se Zenerovou diodou. Zpětnovazební stabilizátory napětí používají aktivní prvky jako jsou tranzistory. Mezi integrované stabilizátory napětí patří například stabilizátory řad 78xx nebo 79xx.

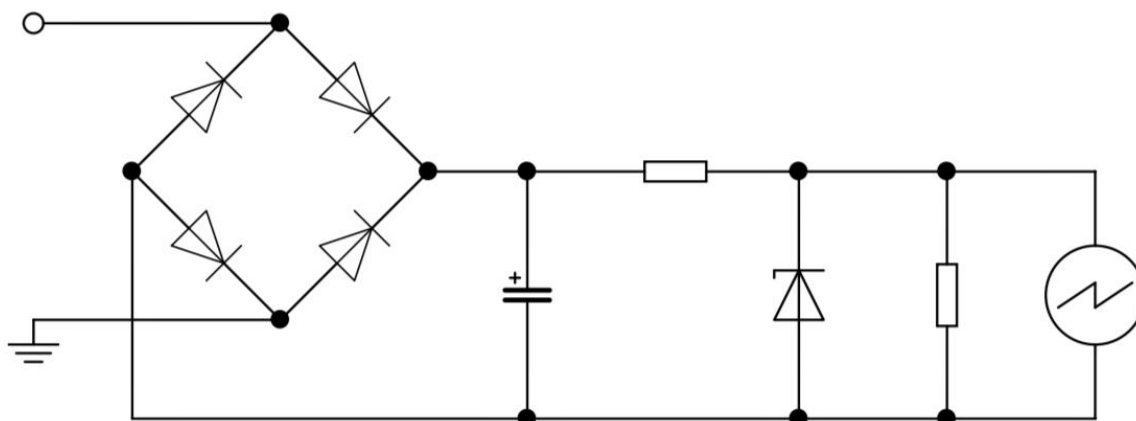
#### 4.3.1 Stabilizátor se Zenerovou diodou

Toto zapojení stabilizátoru je tvořeno jedním rezistorem a Zenerovou diodou.

Před zapojením stabilizátoru je třeba nastavit hodnotu rezistoru u stabilizátoru. Posuvným přepínačem vybereme požadovanou hodnotu Zenerova napětí  $U_Z$ . Určíme minimální hodnotu odporu zátěže  $R_{Zmin}$ . Vstupní napětí  $U_{vst}$  je 12V. Podle následující rovnice spočítáme hodnotu odporu rezistoru stabilizátoru, kterou následně nastavíme.

$$R = \frac{U_{vst} - U_Z}{\frac{U_Z}{R_{Zmin}}}$$

Nastavíme generátor na požadovanou frekvenci a vybereme výstupní průběh. Ten připojíme k požadovanému usměrňovači a vyhlazovacímu filtru. Červenou výstupní svorku vyhlazovacího filtru přivedeme na červenou vstupní svorku stabilizátoru. Černou výstupní svorku vyhlazovacího filtru přivedeme na černou vstupní svorku stabilizátoru. Červenou výstupní svorku stabilizátoru spojíme s červenou vstupní svorkou odporové zátěže. Černou výstupní svorku stabilizátoru spojíme s černou vstupní svorkou odporové zátěže. K odporové zátěži připojíme osciloskop a sledujeme výstupní napětí. Při tom můžeme ovládat potenciometr zátěže a sledovat jak se mění výstupní napětí měřené osciloskopem.



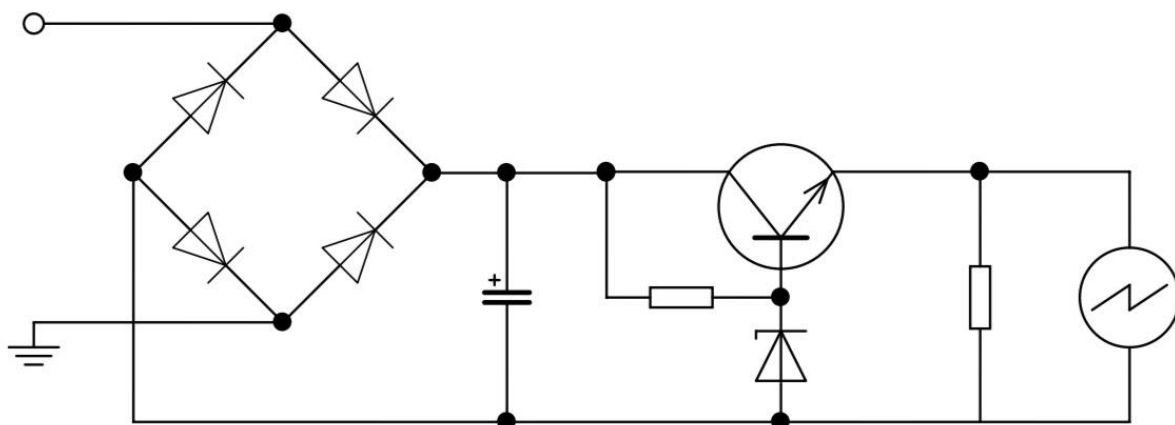
Obrázek č. 15: Schéma zapojení můstkového usměrňovače s jedním filtračním kondenzátorem a stabilizátorem se Zenerovou diodou

#### 4.3.2 Aktivní stabilizátor

Před zapojením stabilizátoru je třeba nastavit hodnotu rezistoru u stabilizátoru. Posuvným přepínačem vybereme požadovanou hodnotu Zenerova napětí  $U_Z$ . Určíme minimální hodnotu odporu zátěže  $R_{Zmin}$ . Vstupní napětí  $U_{vst}$  je 12V. Podle následující rovnice spočítáme hodnotu odporu rezistoru stabilizátoru, kterou následně nastavíme. Výstupní stabilizované napětí bude zmenšené o napětí na přechodu báze-emitor tranzistoru 0,6V. Tedy například při  $U_Z = 5,1V$  bude výstupní stabilizované napětí 4,5V.

$$R = \frac{U_{vst} - U_Z}{\frac{U_Z}{R_{Zmin}}}$$

Nastavíme generátor na požadovanou frekvenci a vybereme výstupní průběh. Ten připojíme k požadovanému usměrňovači a vyhlazovacímu filtru. Červenou výstupní svorku vyhlazovacího filtru přivedeme na červenou vstupní svorku aktivního stabilizátoru. Černou výstupní svorku vyhlazovacího filtru přivedeme na černou vstupní svorku aktivního stabilizátoru. Červenou výstupní svorku aktivního stabilizátoru spojíme s červenou vstupní svorkou odporové zátěže. Černou výstupní svorku aktivního stabilizátoru spojíme s černou vstupní svorkou odporové zátěže. K odporové zátěži připojíme osciloskop a sledujeme výstupní napětí. Při tom můžeme ovládat potenciometr zátěže a sledovat jak se mění výstupní napětí měřené osciloskopem.

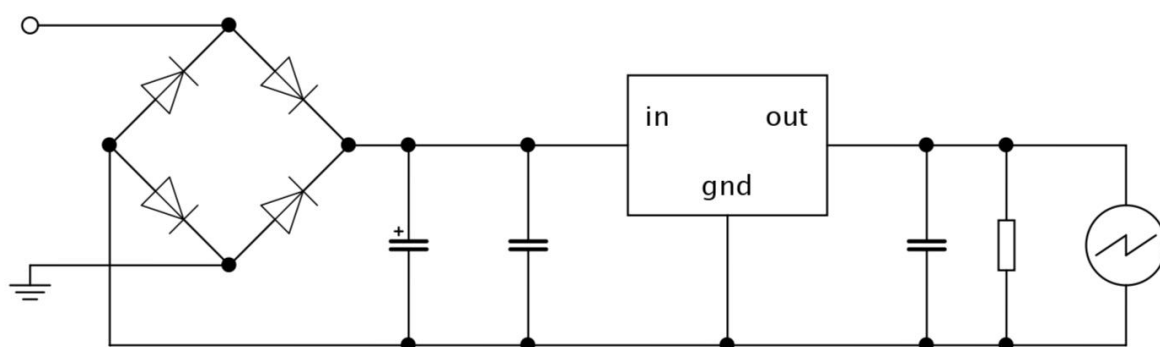


Obrázek č. 16: Schéma zapojení můstkového usměrňovače s jedním filtračním kondenzátorem a aktivním stabilizátorem

#### 4.3.3 Stabilizátor řady 78xx

Stabilizátor řady 78xx je pro stabilizaci kladného napětí. Patří mezi integrované stabilizátory. Před stabilizátor se paralelně řadí kondenzátor s kapacitou 330nF. Za stabilizátor se paralelně řadí kondenzátor s kapacitou 100nF.

Posuvným přepínačem vybereme požadovaný stabilizátor. Nastavíme generátor na požadovanou frekvenci a vybereme výstupní průběh. Ten připojíme k požadovanému usměrňovači a vyhlazovacímu filtru. Červenou výstupní svorku vyhlazovacího filtru přivedeme na červenou vstupní svorku stabilizátoru. Černou výstupní svorku vyhlazovacího filtru přivedeme na černou vstupní svorku stabilizátoru. Červenou výstupní svorku stabilizátoru spojíme s červenou vstupní svorkou odporové zátěže. Černou výstupní svorku stabilizátoru spojíme s černou vstupní svorkou odporové zátěže. K odporové zátěži připojíme osciloskop a sledujeme výstupní napětí. Při tom můžeme ovládat potenciometr zátěže a sledovat jak se mění výstupní napětí měřené osciloskopem.

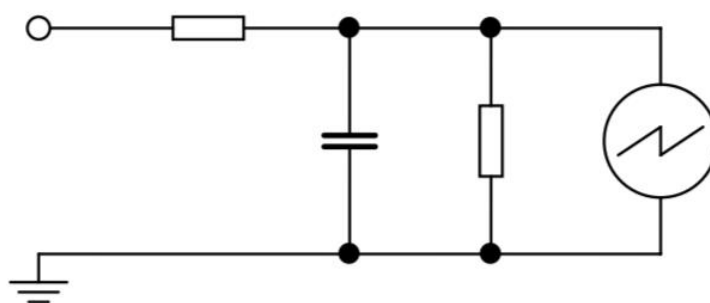


Obrázek č. 17: Schéma zapojení můstkového usměrňovače s jedním filtračním kondenzátorem a integrovaným stabilizátorem



## 4.4 Integrovní člunek

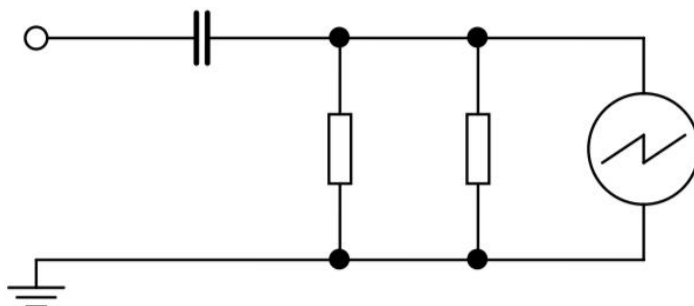
Nastavíme generátor na požadovanou frekvenci a vybereme výstupní průběh. Ten připojíme k červené vstupní svorce integrovního člunku. Černou vstupní svorku integrovního člunku spojíme s uzemněním. Červenou výstupní svorku integrovního člunku spojíme s červenou vstupní svorkou odporové zátěže. Dolní černou výstupní svorku integrovního člunku spojíme s černou vstupní svorkou odporové zátěže. K odporové zátěži připojíme osciloskop a sledujeme výstupní napětí. Při tom můžeme měnit frekvenci pomocí potenciometrů generátoru nebo měnit hodnoty kondenzátoru a rezistoru integrovního člunku a sledovat jak se mění výstupní napětí měřené osciloskopem.



Obrázek č. 18: Schéma zapojení integrovaného člunku

## 4.5 Derivační člunek

Nastavíme generátor na požadovanou frekvenci a vybereme výstupní průběh. Ten připojíme k červené vstupní svorce derivačního člunku. Černou vstupní svorku derivačního člunku spojíme s uzemněním. Červenou výstupní svorku derivačního člunku spojíme s červenou vstupní svorkou odporové zátěže. Dolní černou výstupní svorku derivačního člunku spojíme s černou vstupní svorkou odporové zátěže. K odporové zátěži připojíme osciloskop a sledujeme výstupní napětí. Při tom můžeme měnit frekvenci pomocí potenciometrů generátoru nebo měnit hodnoty kondenzátoru a rezistoru derivačního člunku a sledovat jak se mění výstupní napětí měřené osciloskopem.

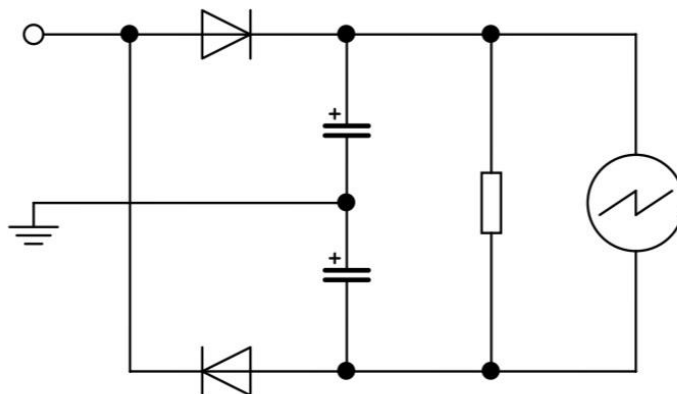


Obrázek č. 19: Schéma zapojení derivačního člunku

## 4.6 Zdvojovač napětí

Zdvojovač napětí dodává na výstupu dvakrát vyšší stejnosměrné napětí než je vstupní střídavé napětí. Zapojení se chová jako usměrňovač. Zapojení je tvořeno dvěma diodami a dvěma kondenzátory.

Nastavíme generátor na požadovanou frekvenci a vybereme výstupní průběh. Ten připojíme k červené vstupní svorce zdvojovače napětí. Černou vstupní svorku zdvojovače napětí spojíme s uzemněním. Červenou výstupní svorku zdvojovače napětí spojíme s červenou vstupní svorkou odporové zátěže. Dolní černou výstupní svorku zdvojovače napětí spojíme s černou vstupní svorkou odporové zátěže. K odporové zátěži připojíme osciloskop a sledujeme výstupní napětí.

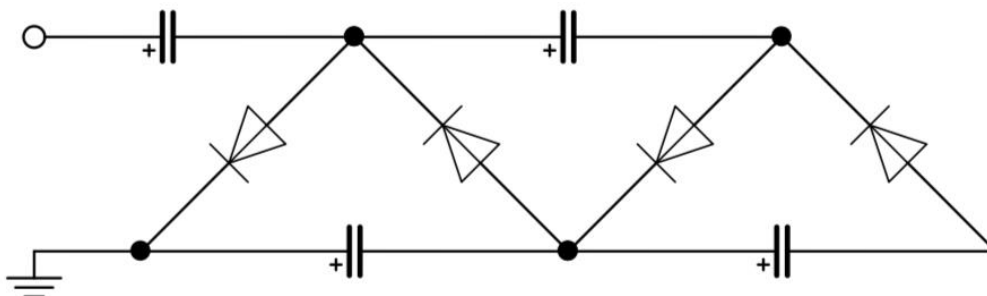


Obrázek č. 20: Schéma zapojení zdvojovače napětí

## 4.7 Kaskádní násobič napětí

Kaskádní násobič napětí dokáže dodávat na výstupu několikanásobně vyšší stejnosměrné napětí než je vstupní střídavé napětí.

Nastavíme generátor na požadovanou frekvenci a vybereme výstupní průběh. Ten připojíme k červené vstupní svorce kaskádního násobiče napětí. Černou vstupní svorku kaskádního násobiče napětí spojíme s uzemněním. Červenou výstupní svorku kaskádního násobiče napětí spojíme s červenou vstupní svorkou odporové zátěže. Dolní černou výstupní svorku kaskádního násobiče napětí spojíme s černou vstupní svorkou odporové zátěže. K odporové zátěži připojíme osciloskop a sledujeme výstupní napětí.



Obrázek č. 21: Schéma zapojení kaskádního násobiče napětí

## Závěr

V teoretické části práce jsem popsal základní elektronické součástky a elektronická zapojení. V praktické části jsem navázal na část teoretickou a popsal jsem, jak s učební pomůckou pracovat. Výsledkem mé práce je zhotovená učební pomůcka pro výuku učiva elektroniky druhého ročníku.

Celkové náklady na zhotovení učební pomůcky jsou následující:

- a) Materiál pro výrobu krabice jako je například buková překližka, hoblovaná lať, tmel na dřevo a bílý nátěr jsem koupil za přibližně 900,- Kč
- b) Osazované součástky včetně ovládacích prvků, cuprexitu a pájecích potřeb jsem koupil v obchodě hadex.cz za přibližně 2400,- Kč

Celková pořizovací částka činí 3300,- Kč včetně dopravy materiálu. Podobný přípravek v příznivé cenové relaci není na našem trhu dostupný.

## 5 Seznam obrázků

- Obrázek č. 1: Schématická značka rezistoru  
Obrázek č. 2: Schématická značka kondenzátoru  
Obrázek č. 3: Schématická značka cívky  
Obrázek č. 4: Schématická značka diody  
Obrázek č. 5: Schématická značka Zenerovy diody  
Obrázek č. 6: Schématické značky tranzistorů NPN (vlevo) a PNP (vpravo)  
Obrázek č. 7: Schématická značka operačního zesilovače  
Obrázek č. 8: Schéma zapojení jednocestného usměrňovače  
Obrázek č. 9: Schéma zapojení můstkového usměrňovače  
Obrázek č. 10: Schéma zapojení jednocestného usměrňovače s jedním filtračním kondenzátorem  
Obrázek č. 11: Schéma zapojení můstkového usměrňovače s jedním filtračním kondenzátorem  
Obrázek č. 12: Schéma zapojení můstkového usměrňovače s CRC filtrem  
Obrázek č. 13: Schéma zapojení můstkového usměrňovače s CLC filtrem  
Obrázek č. 14: Schéma zapojení můstkového usměrňovače s aktivním filtrem  
Obrázek č. 15: Schéma zapojení můstkového usměrňovače s jedním filtračním kondenzátorem a stabilizátorem se Zenerovou diodou  
Obrázek č. 16: Schéma zapojení můstkového usměrňovače s jedním filtračním kondenzátorem a aktivním stabilizátorem  
Obrázek č. 17: Schéma zapojení můstkového usměrňovače s jedním filtračním kondenzátorem a integrovaným stabilizátorem  
Obrázek č. 18: Schéma zapojení integrovaného článku  
Obrázek č. 19: Schéma zapojení derivačního článku  
Obrázek č. 20: Schéma zapojení zdvojovače napětí  
Obrázek č. 21: Schéma zapojení kaskádního násobiče napětí

## 6 Bibliografický záznam

VOŽENÍLEK, Ladislav a ŘEŠÁTKO, Miloš. Základy elektrotechniky I. 3. nezm. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1990. ISBN 80-03-00435-7.

DOLEČEK, Jaroslav. Moderní učebnice elektroniky. 1. díl, Základy elektroniky, ideální a reálné prvky: Rezistor, kondenzátor, cívka. Praha: Ben-technická literatura, 2005. ISBN 80-7300-146-2.

DOLEŽAL, Ivan a kol. Analogová elektronika. 1. vydání. Liberec: Technická univerzita v Liberci, Fakulta mechatroniky, informatiky a mezioborových studií, 2014. ISBN 978-80-7494-136-8.

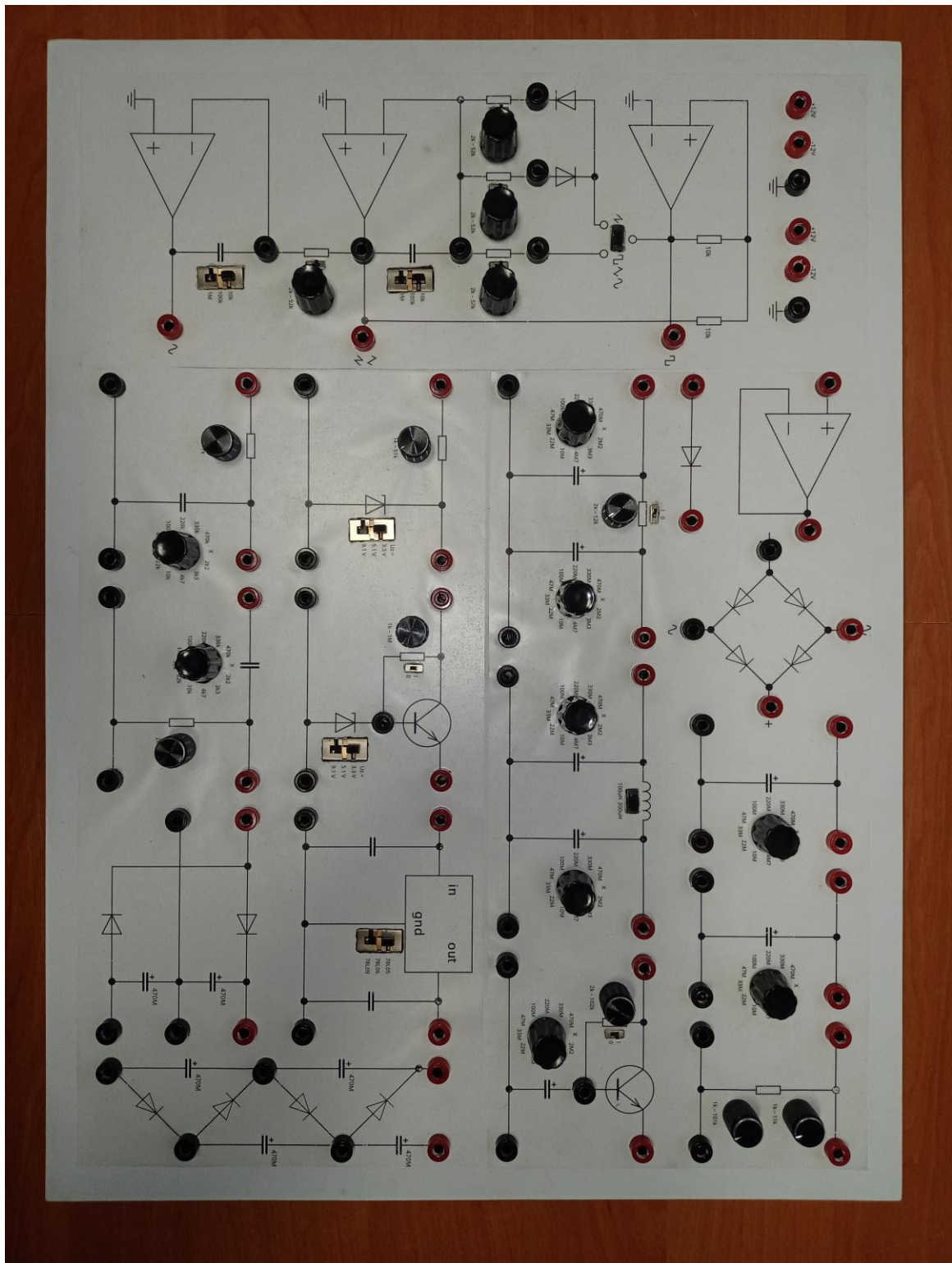
VYLEGALA, Pavel. Elektronika [online]. 2006. Ostrava: SŠE Ostrava [cit. 2025-03-25]. Dostupné z: [https://www.sse-najizdarne.cz/dokumenty/studijni\\_materialy/elektronika.pdf](https://www.sse-najizdarne.cz/dokumenty/studijni_materialy/elektronika.pdf)

## **7 Seznam příloh**

- I.      Pohled na pomůcku
- II.     Pohled na vnitřek pomůcky

## 8 Přílohy

### I. Pohled na pomůcku





## II. Pohled na vnitřek pomůcky

