



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

## ÚSTAV MIKROELEKTRONIKY

DEPARTMENT OF MICROELECTRONICS

## NÁVRH MĚŘIČE IMPEDANCE

DESIGN OF AN IMPEDANCE METER

### SEMESTRÁLNÍ PRÁCE

SEMESTRAL THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Vojtěch Glombíček

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Alexandr Otáhal, Ph.D.

BRNO 2025



# Semestrální práce

bakalářský studijní program **Mikroelektronika a technologie**

Ústav mikroelektroniky

**Student:** Vojtěch Glombíček

**ID:** 256636

**Ročník:** 3

**Akademický rok:** 2025/26

**NÁZEV TÉMATU:**

## Návrh měřiče impedance

### POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Nastudujte principy měření impedance elektrických součástek a dostupné metody realizace měřicích přístrojů v oblasti nízkých a středních frekvencí. Zaměřte se na způsoby buzení měřeného prvku, zpracování signálu a vyhodnocení výsledků.

Na základě rešerše navrhnete schéma přístroje pro měření impedance v pásmu nastavitelných frekvencí do 100 kHz. Přístroj by měl umožňovat charakterizaci pasivních součástek, zejména cívek a kondenzátorů.

Výsledky zpracujte v semestrálním projektu.

### DOPORUČENÁ LITERATURA:

Podle pokynů vedoucího závěreční práce.

**Termín zadání:** 15.9.2025

**Termín odevzdání:** 6.1.2026

**Vedoucí práce:** Ing. Alexandr Otáhal, Ph.D.

**doc. Ing. et Ing. Pavel Šteffan, Ph.D.**  
předseda rady studijního programu

### UPOZORNĚNÍ:

Autor semestrální práce nesmí při vytváření semestrální práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.



## **ABSTRAKT**

Abstrakt práce v originálním jazyce

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Klíčová slova v originálním jazyce

## **ABSTRACT**

Překlad abstraktu (v angličtině, pokud je originálním jazykem čeština či slovenština; v češtině či slovenštině, pokud je originálním jazykem angličtina)

## **KEYWORDS**

Překlad klíčových slov (v angličtině, pokud je originálním jazykem čeština či slovenština; v češtině či slovenštině, pokud je originálním jazykem angličtina)



GLOMBÍČEK, Vojtěch. *Návrh měřiče impedance*. Semestrální práce. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav mikroelektroniky, 2026. Vedoucí práce: Ing. Alexandr Otáhal, Ph.D.





# Prohlášení autora o původnosti díla

**Jméno a příjmení autora:** Vojtěch Glombíček  
**VUT ID autora:** 256636  
**Typ práce:** Semestrální práce  
**Akademický rok:** 2025/26  
**Téma závěrečné práce:** Návrh měřiče impedance

Prohlašuji, že svou závěrečnou práci jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucí/ho závěrečné práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. V souvislosti s vytvořením závěrečné práce jsem neporušil zásady a doporučení VUT k využívání generativní umělé inteligence.

Jako autor uvedené závěrečné práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této závěrečné práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a/nebo majetkových a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

Brno .....  
.....  
podpis autora\*

---

\*Autor podepisuje pouze v tištěné verzi.



## PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval vedoucímu bakalářské/diplomové/disertační práce panu Ing. Alexandru Otáhalovi, Ph.D. za odborné vedení, konzultace, trpělivost a podnětné návrhy k práci.



# Obsah

Úvod	19
<b>1 Teoretická část studentské práce</b>	<b>21</b>
1.1 Impedance . . . . .	21
1.2 Metody měření impedance . . . . .	21
1.2.1 Můstková metoda . . . . .	21
1.2.2 Rezonanční metoda . . . . .	22
1.2.3 Metoda měření proudu a napětí . . . . .	22
1.2.4 Samo-vyvažovací můstek . . . . .	22
1.3 Měřiče impedance dostupné na trhu . . . . .	22
1.3.1 Univerzální tester komponent . . . . .	22
1.3.2 Ruční LCR měřiče . . . . .	23
1.3.3 Stolní LCR měřiče . . . . .	23
<b>2 Výsledky studentské práce</b>	<b>27</b>
2.1 Programové řešení . . . . .	27
<b>Závěr</b>	<b>29</b>
<b>Literatura</b>	<b>31</b>
<b>Seznam symbolů a zkratk</b>	<b>33</b>
<b>Seznam příloh</b>	<b>35</b>
<b>A Některé příkazy balíčku thesis</b>	<b>37</b>
A.1 Příkazy pro sazbu veličin a jednotek . . . . .	37
A.2 Příkazy pro sazbu symbolů . . . . .	37
<b>B Druhá příloha</b>	<b>39</b>
<b>C Příklad sazby zdrojových kódů</b>	<b>41</b>
C.1 Balíček listings . . . . .	41
<b>D Algoritmy</b>	<b>45</b>
<b>E Obsah elektronické přílohy</b>	<b>47</b>



# Seznam obrázků

1.1	Schéma měřicího můstku . . . . .	21
1.2	Schéma samo-vyvažovacího můstku . . . . .	22
1.3	Univerzální tester komponent LCR-T4 . . . . .	23
1.4	Ruční měřič LCR Keysight U1732C . . . . .	24
1.5	Stolní měřič Rhode&Schwarz LCX200 . . . . .	24





# Seznam tabulek

1.1	Porovnání LCR metrů [3] [2] . . . . .	25
A.1	Přehled příkazů . . . . .	37



# Úvod

Tato práce se zabývá návrhem měřiče impedance. Cílem bylo navrhnout, zkonstruovat a otestovat funkční prototyp měřiče.

Oproti existujícím řešením analýza existujících řešení hardwarový návrh softwarová implementace ověření funkčnosti



# 1 Teoretická část studentské práce

## 1.1 Impedance

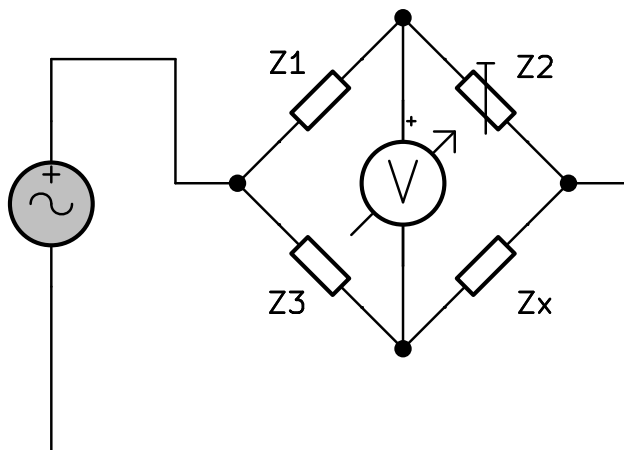
Impedance  $Z$  je fyzikální veličina, která popisuje celkový odpor elektrického obvodu vůči střídavému proudu o dané frekvenci. Vyjadřuje se komplexním číslem, kdy reálná část odpovídá odporu  $R$  a imaginární část reprezentuje reaktanci  $X$ .

V některých případech je výhodné použít obrácenou hodnotu impedance  $Y = \frac{1}{Z}$ , zvanou admitance. [1]

## 1.2 Metody měření impedance

### 1.2.1 Můstková metoda

Měření pomocí můstku je jednoduché a přesné, avšak velmi nepraktické. Princip metody spočívá v tom, že pokud jsou impedance obou větví ( $Z_2$  a  $Z_x$ ) stejné, pak musí být napětí mezi větvemi nulové.



Obr. 1.1: Schéma měřícího můstku

Když se  $Z_2$  nastaví tak, aby mezi větvemi bylo naměřeno nulové napětí, pak je měřená impedance  $Z_x = \frac{Z_1}{Z_3} \cdot Z_2$

Problém této metody spočívá v tom, že je nutno znát nastavenou hodnotu  $Z_2$ . Protože nastavitelné kondenzátory a cívky nejsou praktické, používá se tato metoda zejména pro měření malých změn v odporu např. tenzometru.

## 1.2.2 Rezonanční metoda

## 1.2.3 Metoda měření proudu a napětí

Princip této metody je výpočet hodnoty neznámé impedance z naměřených hodnot napětí a proudu podle ohmova zákona. V praxi se proud měří pomocí měření napětí na bočníku.

$$|Z| = \frac{U_1}{I} = \frac{U_1}{U_2} \cdot R$$

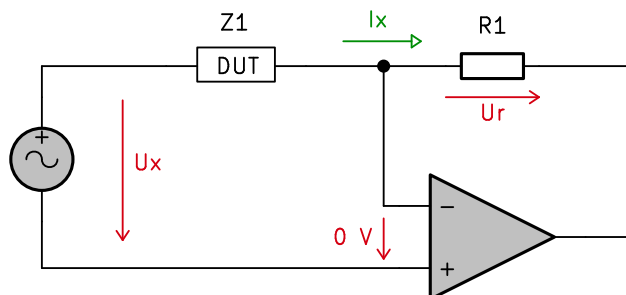
Takovým měřením však získáme pouze modul komplexní impedance, z čehož nelze určit, zda je charakter impedance rezistivní nebo reaktivní. Proto je nutné měřit také fázový posun  $U_1$  a  $U_2$ , který je roven argumentu  $\varphi$ .

$$Z = |Z| \angle \varphi$$

## 1.2.4 Samo-vyvažovací můstek

V praxi se metoda měření proudu a napětí často implementuje pomocí tzv. samo-vyvažovacího můstku, což je operační zesilovač, který vytváří virtuální zem.

Výhoda takového uspořádání je, že jak měřená impedance tak bočník jsou připojeny k zemi, je tedy možné na nich jednoduše měřit napětí vzhledem k zemi.



Obr. 1.2: Schéma samo-vyvažovacího můstku

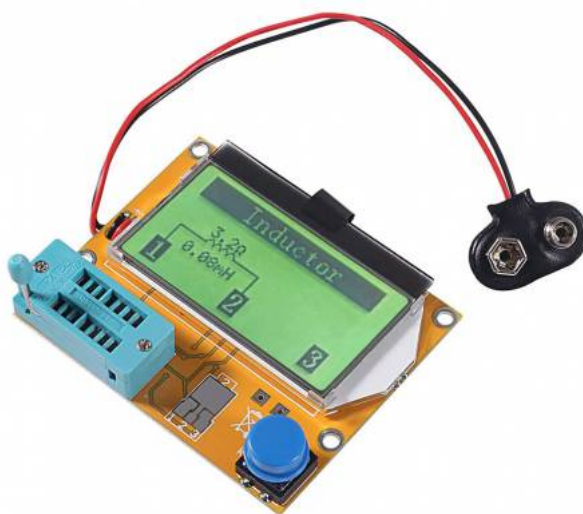
## 1.3 Měřiče impedance dostupné na trhu

Na trhu je mnoho dostupných zařízení pro měření impedance. Pro ukázkou byly vybrány tři, každé ze samostatné cenové kategorie.

### 1.3.1 Univerzální tester komponent

Jako zástupce nejlevnější třídy byl vybrán tester LCR-T4. Tento přístroj neměří přímo impedanci, ale měří hodnoty odporu, kapacity a indukčnosti. Jako doplněk má také funkci rozpoznání tranzistorů.

Pro měření využívá metodu časové konstanty, kdy se měří čas nabití kondenzátoru přes známý odpor.



Obr. 1.3: Univerzální tester komponent LCR-T4

Přesnost měření není udávána, přístroj totiž slouží pouze pro hrubou identifikaci součástek. Cena se pohybuje okolo 350 Kč.

### 1.3.2 Ruční LCR měřiče

Pokročilejší přístroje jsou ruční měřiče LCR ve formě podobné multimetrům. Pro příklad byl vybrán měřič Keysight U1732C.

Ruční měřiče jsou vhodné pro rychlou identifikaci cívek a kondenzátorů.

### 1.3.3 Stolní LCR měřiče

Pro nejpřesnější měření je nutno použít špičkové stolní LCR měřiče. Jako zástupce byl vybrán přístroj LCX200 od firmy Rhode&Schwarz.

Tyto přístroje podporují čtyřbodovou metodu měření, která eliminuje parazitní indukčnost měřících sond. Narozdíl od ručních měřičů se zde používají stíněné koaxiální sondy, které jsou méně náchylné k rušení.

Výrobce standardně dodává několik různých fixtur k připojení měřeného vzorku, typicky SMD součástky.

Většina stolních měřičů také podporuje připojení do sítě LAN a automatizaci měření.



Obr. 1.4: Ruční měřič LCR Keysight U1732C



Obr. 1.5: Stolní měřič Rhode&Schwarz LCX200



Tab. 1.1: Porovnání LCR metrů [3] [2]

Parametr	Keysight U1732C	Rohde & Schwarz LCX200
Konstrukce	Ruční	Stolní
Cena	cca 13 000 – 15 000 Kč	cca 120 000 – 300 000 Kč+
Frekvenční rozsah	Pevné body: 100 Hz, 120Hz, 1 kHz, 10 kHz	Spojitý: 4 Hz až 10 MHz
Základní přesnost	0,2 %	0,05 %
Amplituda test. signálu	Pevná (typicky 0,74 V <sub>rms</sub> )	Nastavitelná: 10 mV až 10 V
DC Bias (Předpětí)	Není k dispozici	Interní 0–10 V (Externí až 40 V)
Rychlost měření	~ 1–2 měření/s	až 250 měření/s
Konektivita	IR-to-USB	USB, LAN, Digital I/O, GPIB



## **2 Výsledky studentské práce**

Praktická část a výsledky studentské práce vhodně rozdělené do částí.

### **2.1 Programové řešení**



# **Závěr**

Shrnutí studentské práce.



# Literatura

- [1] Keysight Technologies: *Impedance Measurement Handbook: A Guide to Measurement Technology and Techniques*. Keysight Technologies, 6 vydání, July 2020, application Note 5950-3000.  
URL <https://www.keysight.com/us/en/assets/7018-06840/application-notes/5950-3000.pdf>
  
- [2] Keysight Technologies, Santa Rosa, CA, USA: *U1730C Series Handheld LCR Meters: Data Sheet*. 2021, lit. No. 5990-7778EN.  
URL <https://www.keysight.com/us/en/assets/7018-02950/data-sheets/5990-7778.pdf>
  
- [3] Rohde & Schwarz, Munich, Germany: *R&S LCX LCR Meters: Data Sheet*. 2022, verze 03.00, Dok. č. 3609.8309.32.  
URL [https://scdn.rohde-schwarz.com/ur/pws/dl\\_downloads/pdm/cl\\_brochures\\_and\\_datasheets/data\\_sheet/3609\\_8309\\_32/LCX\\_dat\\_en\\_3609-8309-32\\_v0300.pdf](https://scdn.rohde-schwarz.com/ur/pws/dl_downloads/pdm/cl_brochures_and_datasheets/data_sheet/3609_8309_32/LCX_dat_en_3609-8309-32_v0300.pdf)





# Seznam symbolů a zkratk

Šířka levého sloupce Seznamu symbolů a zkratk je určena šířkou parametru prostředí `acronym` (viz řádek 1 výpisu zdrojáku na str. 41)

**KolikMista** pouze ukázka vyhrazeného místa

**DSP** číslicové zpracování signálů – Digital Signal Processing

$f_{\text{vz}}$  vzorkovací kmitočet



# Seznam příloh

<b>A</b>	<b>Některé příkazy balíčku <code>thesis</code></b>	<b>37</b>
A.1	Příkazy pro sazbu veličin a jednotek . . . . .	37
A.2	Příkazy pro sazbu symbolů . . . . .	37
<b>B</b>	<b>Druhá příloha</b>	<b>39</b>
<b>C</b>	<b>Příklad sazby zdrojových kódů</b>	<b>41</b>
C.1	Balíček <code>listings</code> . . . . .	41
<b>D</b>	<b>Algoritmy</b>	<b>45</b>
<b>E</b>	<b>Obsah elektronické přílohy</b>	<b>47</b>



# A Některé příkazy balíčku thesis

## A.1 Příkazy pro sazbu veličin a jednotek

Tab. A.1: Přehled příkazů pro matematické prostředí

Příkaz	Příklad	Zdroj příkladu	Význam
<code>\textind{...}</code>	$\beta_{\max}$	<code>\$\beta_{\textind{max}}\$</code>	textový index
<code>\const{...}</code>	$U_{\text{in}}$	<code>\$\const{U}_{\textind{in}}\$</code>	konstantní veličina
<code>\var{...}</code>	$u_{\text{in}}$	<code>\$\var{u}_{\textind{in}}\$</code>	proměnná veličina
<code>\complex{...}</code>	$\mathbf{u}_{\text{in}}$	<code>\$\complex{u}_{\textind{in}}\$</code>	komplexní veličina
<code>\vect{...}</code>	$\mathbf{y}$	<code>\$\vect{y}\$</code>	vektor
<code>\mat{...}</code>	$\mathbf{Z}$	<code>\$\mat{Z}\$</code>	matice
<code>\unit{...}</code>	kV	<code>\$\unit{kV}\$</code> či <code>\unit{kV}</code>	jednotka

## A.2 Příkazy pro sazbu symbolů

- `\E`, `\eul` – sazba Eulerova čísla:  $e$ ,
- `\J`, `\jmag`, `\I`, `\imag` – sazba imaginární jednotky:  $j$ ,  $i$ ,
- `\dif` – sazba diferenciálu:  $d$ ,
- `\sinc` – sazba funkce:  $\text{sinc}$ ,
- `\mikro` – sazba symbolu mikro stojatým písmem<sup>1</sup>:  $\mu$ ,
- `\uppi` – sazba symbolu  $\pi$  (stojaté řecké pí, na rozdíl od `\pi`, což sází  $\pi$ ).

Všechny symboly jsou určeny pro matematický mód, vyjma `\mikro`, jenž je použitelný rovněž v textovém módu.

---

<sup>1</sup>znak pochází z balíčku `textcomp`



## B Druhá příloha

Pro sazbu vektorových obrázků přímo v  $\text{\LaTeX}$ u je možné doporučit balíček **TikZ**. Příklady sazby je možné najít na  $\text{\TeX}$ ample. Pro vyzkoušení je možné použít programy  $\text{QTikz}$  nebo  $\text{TikzEdt}$ .





## C Příklad sazby zdrojových kódů

### C.1 Balíček listings

Pro vysázení zdrojových souborů je možné použít balíček `listings`. Balíček zavádí nové prostředí `lstlisting` pro sazbu zdrojových kódů, jako například:

```
\section{Balíček lstlistings}
Pro vysázení zdrojových souborů je možné použít
  balíček \href{https://www.ctan.org/pkg/listings}%
  {\texttt{listings}}.
Balíček zavádí nové prostředí \texttt{lstlisting} pro
  sazbu zdrojových kódů.
```

Podporuje množství programovacích jazyků. Kód k vysázení může být načítán přímo ze zdrojových souborů. Umožňuje vkládat čísla řádků nebo vypisovat jen vybrané úseky kódu. Např.:

Zkratky jsou sázeny v prostředí `acronym`:

```
6 \begin{acronym}[KolikMista]
```

Šířka textu volitelného parametru `KolikMista` udává šířku prvního sloupce se zkratkami. Proto by měla být zadávána nejdelší zkratka nebo symbol. Příklad definice zkratky  $f_{vz}$  je na výpisu C.1.

Výpis C.1: Ukázka sazby zkratek

```
21 \acro{symfvz}           % název
22   [\ensuremath{f_{\text{vz}}}] % symbol
23   {vzorkovací kmitočety} % popis
```

Ukončení seznamu je provedeno ukončením prostředí:

```
26 \end{acronym}
```

#### Poznámka k výpisům s použitím volby jazyka `czech` nebo `slovak`:

Pokud Váš zdrojový kód obsahuje znak spojovníku `-`, pak překlad může skončit chybou. Ta je způsobená tím, že znak `-` je v českém nebo slovenském nastavení balíčku `babel` tzv. aktivním znakem. Přepněte znak `-` na neaktivní příkazem `\shorthandoff{-}` těsně před výpisem a hned za ním jej vraťte na aktivní příkazem `\shorthandon{-}`. Podobně jako to je ukázáno ve zdrojovém kódu šablony.

Na výpisu C.2 naleznete příklad kódu pro Matlab, na výpisu C.3 zase pro jazyk C.

Výpis C.2: Příklad Schur-Cohnova testu stability v prostředí Matlab.

```
1 %% Příklad testování stability filtru
2
3 % koeficienty polynomu ve jmenovateli
4 a = [ 5, 11.2, 5.44, -0.384, -2.3552, -1.2288];
5 disp('Polynom:'); disp(poly2str(a, 'z'))
6
7 disp('Kontrola pomocí kořenů polynomu:');
8 zx = roots(a);
9 if( all( abs( zx) < 1))
10     disp('System je stabilní')
11 else
12     disp('System je nestabilní nebo na mezí stability');
13 end
14
15 disp(' '); disp('Kontrola pomocí Schur-Cohn:');
16 ma = zeros( length(a)-1, length(a));
17 ma(1,:) = a/a(1);
18 for( k = 1:length(a)-2)
19     aa = ma(k,1:end-k+1);
20     bb = fliplr(aa);
21     ma(k+1,1:end-k+1) = (aa-aa(end)*bb)/(1-aa(end)^2);
22 end
23
24 if( all( abs( diag( ma.'))))
25     disp('System je stabilní')
26 else
27     disp('System je nestabilní nebo na mezí stability');
28 end
```

Výpis C.3: Příklad implementace první kanonické formy v jazyce C.

<i>// první kanonická forma</i>	1
<u>short</u> fxdf2t( <u>short</u> coef[][5], <u>short</u> sample)	2
{	3
<u>static int</u> v1[SECTIONS] = {0,0}, v2[SECTIONS] = {0,0};	4
<u>int</u> x, y, accu;	5
<u>short</u> k;	6
	7
x = sample;	8
<u>for</u> ( k = 0; k < SECTIONS; k++){	9
accu = v1[k] >> 1;	10
y = _sadd( accu, _smpy( coef[k][0], x));	11
y = _sshl(y, 1) >> 16;	12
	13
accu = v2[k] >> 1;	14
accu = _sadd( accu, _smpy( coef[k][1], x));	15
accu = _sadd( accu, _smpy( coef[k][2], y));	16
v1[k] = _sshl( accu, 1);	17
	18
accu = _smpy( coef[k][3], x);	19
accu = _sadd( accu, _smpy( coef[k][4], y));	20
v2[k] = _sshl( accu, 1);	21
	22
x = y;	23
}	24
<u>return</u> ( y);	25
}	26



## D Algoritmy

Pro sazbu algoritmů/pseudokódu je možné využít balíček `algorithm2e` nabízející bohaté možnosti sazby. Na algoritmy je možno se klasicky odkazovat křížovými odkazy, jako zde: viz alg. 1.

---

**Algoritmus 1:** B-PHADQ

---

Zvol parametry  $\tau, \sigma, > 0, \rho \in [0, 1]$   
Inicializuj  $x^{(0)}, p^{(0)}, q^{(0)}$  a  $\omega_s$   
**for**  $i = 0, 1, \dots$  **do**  
     $q^{(i+1)} = \text{clip}_\lambda(q^{(i)} + \sigma D R_{\omega_s} G_g x)$   
     $u = p^{(i)} - \tau G_g^* R_{\omega_s}^* D^* q^{(i+1)}$    % pomocné  
     $p^{(i+1)} = \frac{1}{\tau+1}(\tau \text{proj}_\Gamma(u) + u)$   
     $x^{(i+1)} = p^{(i+1)} + \rho(p^{(i+1)} - p^{(i)})$   
**end**  
**return**  $p^{(i+1)}$ 

---



## E Obsah elektronické přílohy

Elektronická příloha je často nedílnou součástí semestrální nebo závěrečné práce. Vkládá se do informačního systému VUT v Brně ve vhodném formátu (ZIP, PDF ...).

Nezapomeňte uvést, co čtenář v této příloze najde. Je vhodné okomentovat obsah každého adresáře, specifikovat, který soubor obsahuje důležitá nastavení, který soubor je určen ke spuštění, uvést nastavení kompilátoru atd. Také je dobře napsat, v jaké verzi software byl kód testován (např. Matlab 2018b). Pokud bylo cílem práce vytvořit hardwarové zařízení, musí elektronická příloha obsahovat veškeré podklady pro výrobu (např. soubory s návrhem DPS v Eagle).

Pokud je souborů hodně a jsou organizovány ve více složkách, je možné pro výpis adresářové struktury použít balíček `dirtree`.

```
/ .....kořenový adresář přiloženého archivu
├── logo .....loga školy a fakulty
│   ├── BUT_abbreviation_color_PANTONE_EN.pdf
│   ├── BUT_color_PANTONE_EN.pdf
│   ├── FEEC_abbreviation_color_PANTONE_EN.pdf
│   ├── FEKT_zkratka_barevne_PANTONE_CZ.pdf
│   ├── UTKO_color_PANTONE_CZ.pdf
│   ├── UTKO_color_PANTONE_EN.pdf
│   ├── VUT_barevne_PANTONE_CZ.pdf
│   ├── VUT_symbol_barevne_PANTONE_CZ.pdf
│   └── VUT_zkratka_barevne_PANTONE_CZ.pdf
├── obrazky .....ostatní obrázky
│   ├── soucastky.png
│   ├── spoje.png
│   ├── ZlepseneWilsonovoZrcadloNPN.png
│   └── ZlepseneWilsonovoZrcadloPNP.png
├── pdf .....pdf stránky generované informačním systémem
│   ├── student-desky.pdf
│   ├── student-titulka.pdf
│   └── student-zadani.pdf
├── text .....zdrojové textové soubory
│   ├── literatura.tex
│   ├── prilohy.tex
│   ├── reseni.tex
│   ├── uvod.tex
│   ├── vysledky.tex
│   ├── zaver.tex
│   └── zkratky.tex
├── sablona-obhaj.tex .....hlavní soubor pro sazbu prezentace k obhajobě
├── sablona-prace.tex .....hlavní soubor pro sazbu kvalifikační práce
└── thesis.sty .....balíček pro sazbu kvalifikačních prací
```