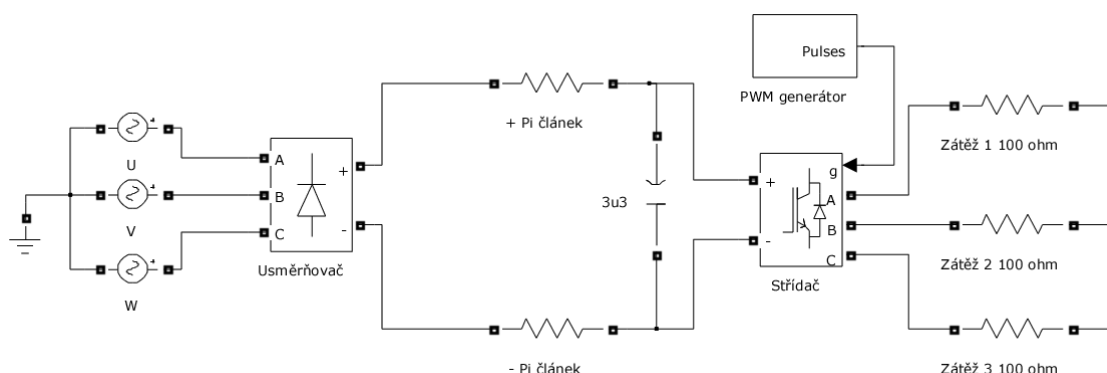


Příloha A: Simulace

Pro ověření výsledků z teoretické části návrhu byl využit program Matlab se simulačním prostředím Simulink. Simulink obsahuje mnoho knihoven s bloky, které dokáží simulovat matematické a fyzikální jevy dle zadaných potřebných parametrů pro simulace. Výstupní data jsou zobrazována v různých formách, jako například ve formách grafů či průběhu funkcí.

V našem případě byl využit nástroj Simscape pro modelování a simulování hydraulických, mechanických a elektrických systémů. Simscape obsahuje knihovnu Simpowersystem, která obsahuje různé elektrické součástky a základní systémy pro modelaci. Díky této knihovně bylo v prostředí Simulink vytvořen virtuální model navrhovaného obvodu. Virtuální model stejně jako skutečný model obsahuje tyto části

- **Napájecí část** – zde je vymodelováno napájení v zapojení do hvězdy a s uzemněným středem.
- **Usměrňovací část** – zde byl využit univerzální můstek a obyčejné diody pro šestipulzní usměrňovač, což odpovídá tyristorovému můstku při nulovém řídicím úhlu
- **Vedení** – zde jsou využity rezistory, které představují rezistanci vedení, díky ověření teoretických výpočtu v kterých je uvažována pouze rezistance vedení
- **Střídací část** – zde je znovu využit univerzální můstek s nastavenými šesti IGBT tranzistory, které jsou ovládané pomocí PWM generátoru
- **Zátěž** – zde je provedena zátěž z rezistorů zapojených do hvězdy



Obrázek A 1: Simulační model vytvořený v prostředí Simulink

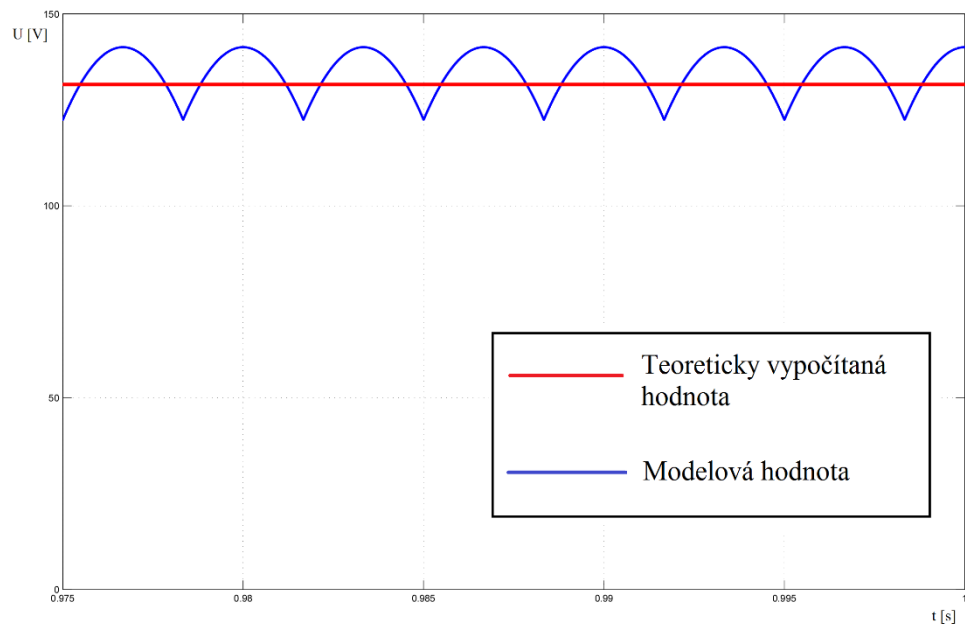
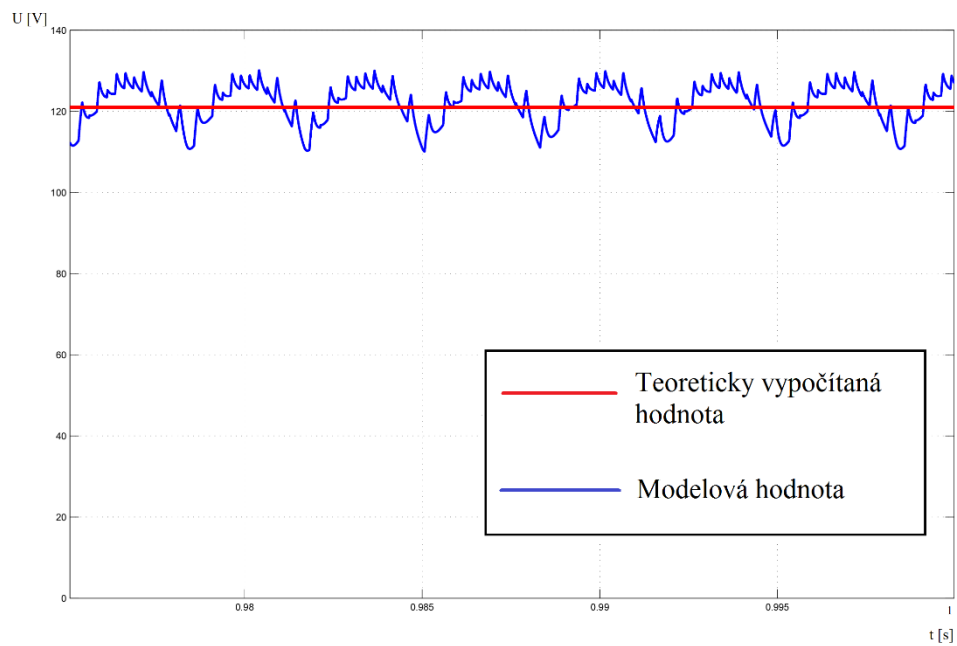
Cílem simulace bylo dokázat správnost teoretického návrhu a zobrazit průběhy, které nastávají v obvodu. Výstupem této simulace jsou průběhy napětí a proudu, v různých částech obvodu. Nejvíce zajímavé průběhy z hlediska porovnání s teoretickým návrhem nastávaly v těchto případech:

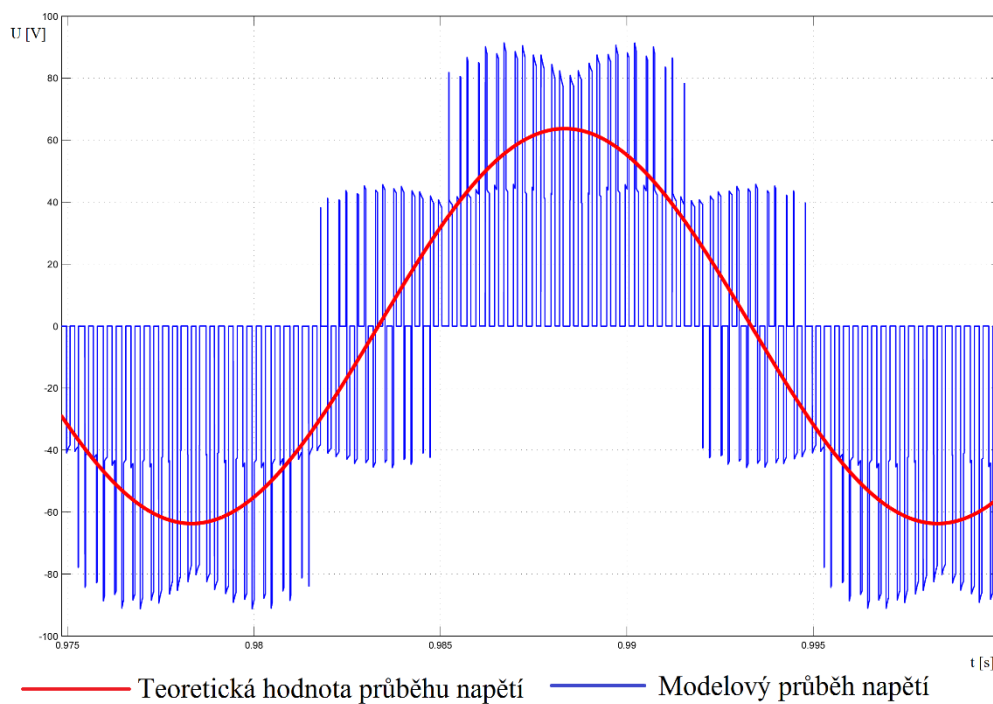
- Napětí a proud za usměrňovačem
- Napětí a proud na konci vedení
- Sdružené resp. fázové hodnoty napětí a proudu na zátěži

Pro ovládání pomocí PWM generátoru byly použity parametry:

- Frekvence 2000 Hz
- Modulační index $m = 0,5$
- Výstupní frekvence 50 Hz

- Vzorkovací čas $5,14 \cdot 10^{-6} \text{ s}$

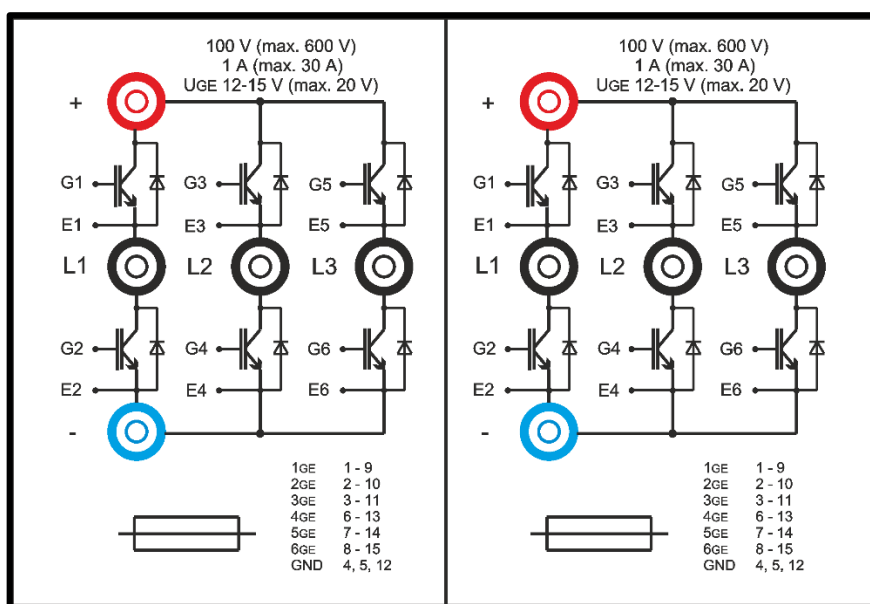
Průběhy napětí:*Obrázek A 2: Průběh napětí za usměrňovačem**Obrázek A 3: Průběh napětí na konci vedení*



Obrázek A 4: Fázový průběh napětí na jednom rezistoru zátěže

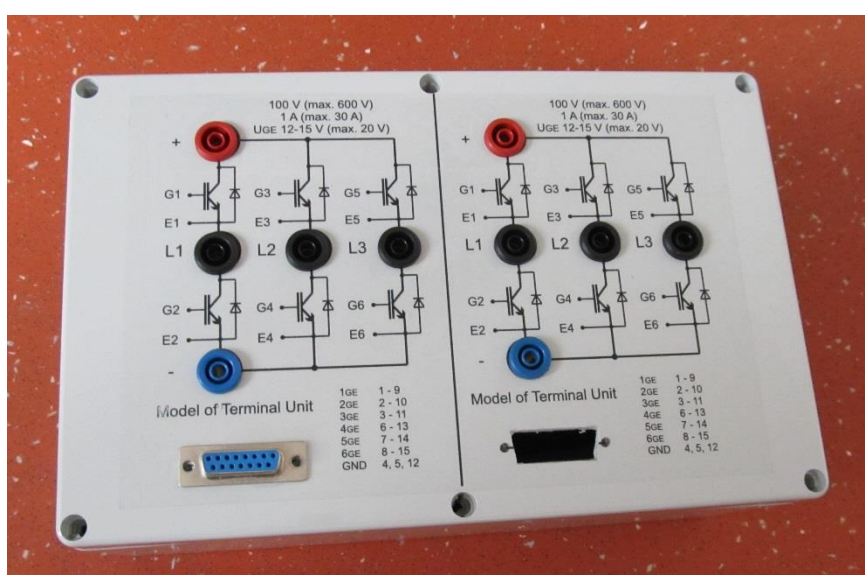
Příloha B: Model

Model je proveden v modelové krabici, která obsahuje potřebné součástky a chrání měřícího před přímým dotykem elektrického napětí. Pro tuto krabici byl navrhnout fóliový potisk uspořádání dvou IGBT modulů s vyvedeným výstupním konektorem pro jejich ovládání. Tyto moduly jsou nezávislé a mohou pracovat, každý v jiném režimu. Na potisku jsou uvedeny svorky pro připojení střídavého trojfázového napájení nebo výstupu. Dále jsou zde svorky stejnosměrného výstupu, či vstupu. Vyveden je ovládací konektor a jeho piny jsou popsány a korespondují se schématem.



Obrázek B 1: Návrh krabicové fólie

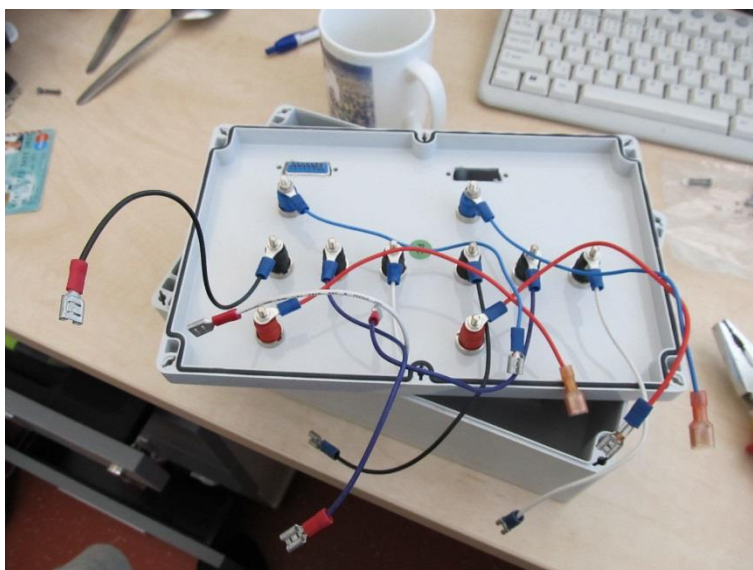
Po vytištění potiskové fólie a vyvrtání potřebných děr pro konektory je zobrazeno víko krabice na Obrázek B 2.



Obrázek B 2: Víko krabice se dvěma moduly IGBT



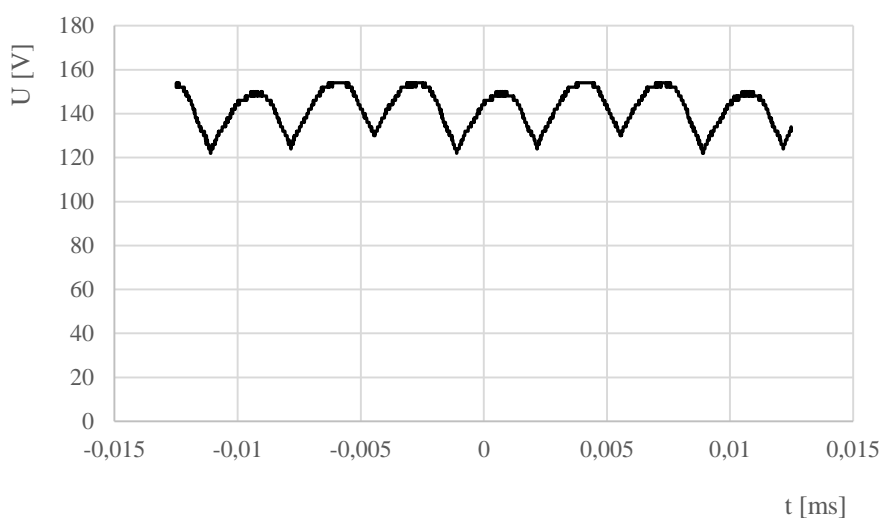
Obrázek B 3: Rozložení IGBT modulů v modelové krabici



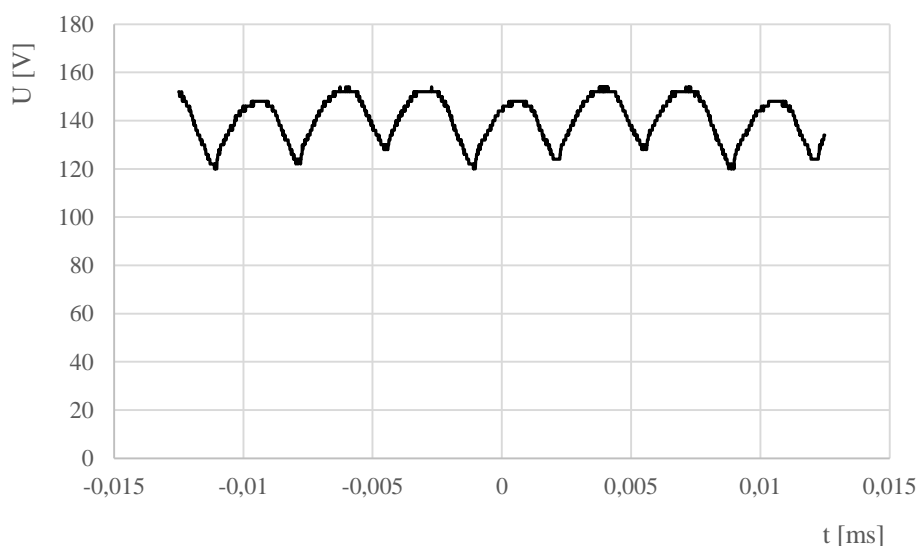
Obrázek B 4: Vyvedení napájecích kabelů od IGBT modulů k přední straně modelové krabice

Příloha C: Měření na modelu

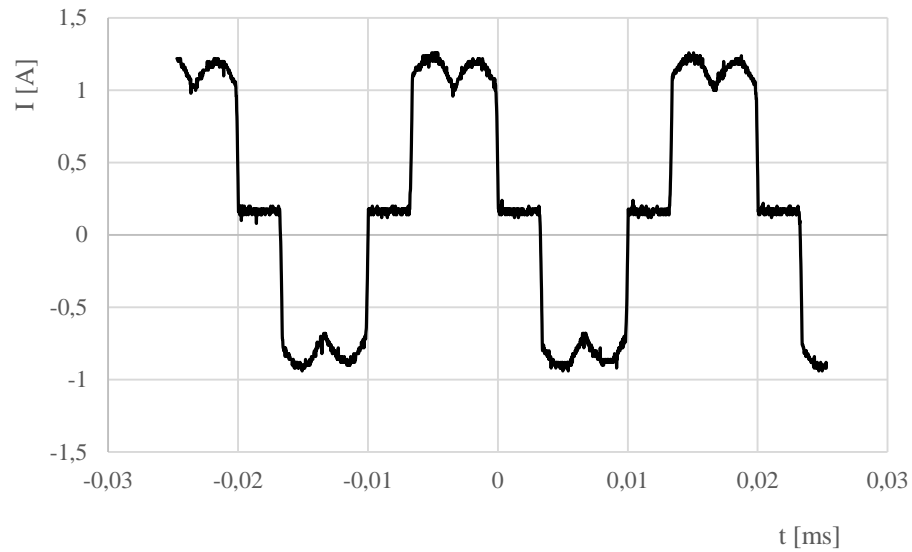
Na modelu proběhlo několik měření a to na IGBT modulu v provozu jako neřízený usměrňovač. Mezi elektrodu G a E byl vložen rezistor, aby nedocházelo k náhodnému sepnutí modulu a byly skutečně využity pouze nulovací diody pro usměrnění. Napájení bylo provedeno pomocí autotransfornátoru sdruženým střídavým napětím 3×100 V. Napájecí napětí se nepodařilo nastavit zcela symetrické (lišily se o cca $\pm 2 - 3$ V), což ovlivnilo naměřené hodnoty. Průběhy z osciloskopu jsou k vidění níže.



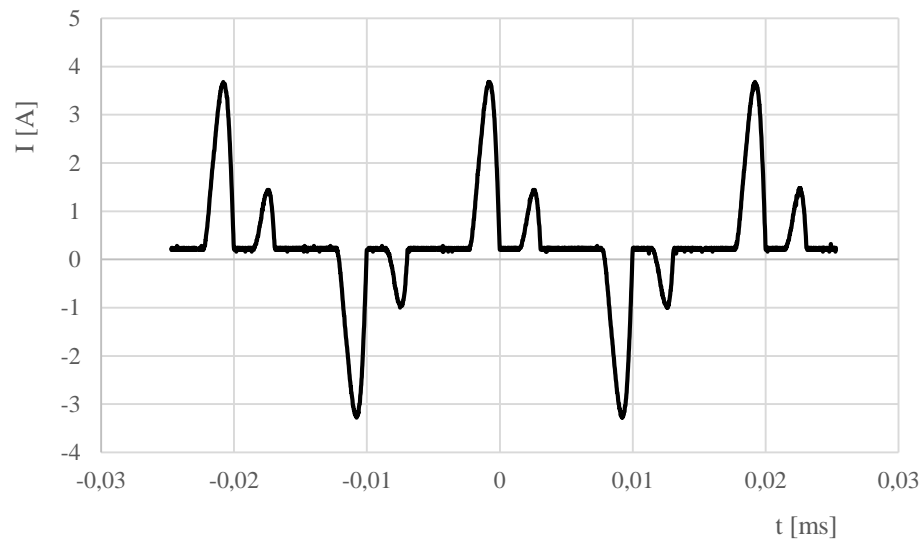
Obrázek C 1: Průběh napětí na výstupu z usměrňovače bez zatížení



Obrázek C 2: Průběh napětí na výstupu z usměrňovače při zatížení 1 A



Obrázek C 3: Proud jednou fází na vstupu do usměrňovače při zatížení 1 A bez filtrace



Obrázek C 4: Proud jednou fází na vstupu do usměrňovače při zatížení 1 A a při využití filtrace pomocí 10 mF kondenzátorem