



ESF II projekt Západočeské univerzity v Plzni

reg. č. CZ.02.2.69/0.0/0.0/18_056/0013239

6 MINIMALIZACE NEGATIVNÍCH ÚČINKŮ NA MOTORY

Možnosti, jak zabránit negativním účinkům polovodičových měničů na motory lze rozdělit do 4 skupin:

- a) zmenšení výstupního du/dt střídače,
- b) použití terminátorů,
- c) filtry du/dt , sinusové filtry,
- d) dimenzování motorů.

Zatímco první způsob se zabývá tím, jak omezit du/dt přímo konstrukcí a řízením střídače, další způsoby již du/dt eliminují. Použití terminátorů spočívá ve vytvoření takové brány, že strmé hrany se nedostanou do kabelu nebo již vzniklé kmity se nedostanou na vinutí motoru. Často používané jsou filtry, a to buď jednodušší filtry du/dt , nebo složitější (zejména s ohledem na návrh a ztráty) filtry sinusové. Poslední způsob je takové dimenzování motoru, že nebezpečné napěťové kmity nepoškodí izolaci vinutí motoru.

Zmenšení strmosti výstupního napětí střídače

V podstatě se jedná o možnosti takového spínání, kdy vlivem rezonančních obvodů ve stejnosměrné části měniče dochází k přebíjení kondenzátorů a tím k zamezení strmého nárůstu napětí. To se projeví i na výstupu střídače. Koncepce měniče s měkkým spínáním, nejčastěji označované jako rezonanční, případně kvazirezananční měniče, lze rozdělit na měniče se spínáním při nulovém napětí nebo proudu v závislosti na zapojení rezonančního obvodu.

Střídače s rezonančním meziobvodem mají mezi stejnosměrný zdroj střídače vložen rezonanční meziobvod, který svou činností vyvolává periodicky se vyskytující okamžiky nulového napětí na můstku střídače. Protože k přepnutí spínačů můstku může dojít pouze v těchto konkrétních okamžicích, musí být pro dobrou modulaci výstupního napětí střídače zajištěn dostatečný odstup rezonančního kmitočtu meziobvodu od kmitočtu základní harmonické výstupního napětí střídače.

K zásadním výhodám patří, že celkový proud zátěže se neuzavírá spínacími prvky rezonančního meziobvodu, tzn. spínače meziobvodu není nutné dimenzovat na celkový proud střídače. Základní nevýhodou je přítomnost sériového spínače v meziobvodu, který je protékán celkovým proudem meziobvodu a je tedy zdrojem přidavných ztrát.

Terminátory

Základní myšlenkou terminátorů je vytvoření obvodu, který by byl připojen na začátek nebo konec kabelu a zajišťoval impedanční přizpůsobení. Omezením při návrhu jsou energetické ztráty na přizpůsobovacím obvodu, jeho pořizovací cena a rozměry.

.

Filtry du/dt

Úkolem filtrů " du/dt " je:

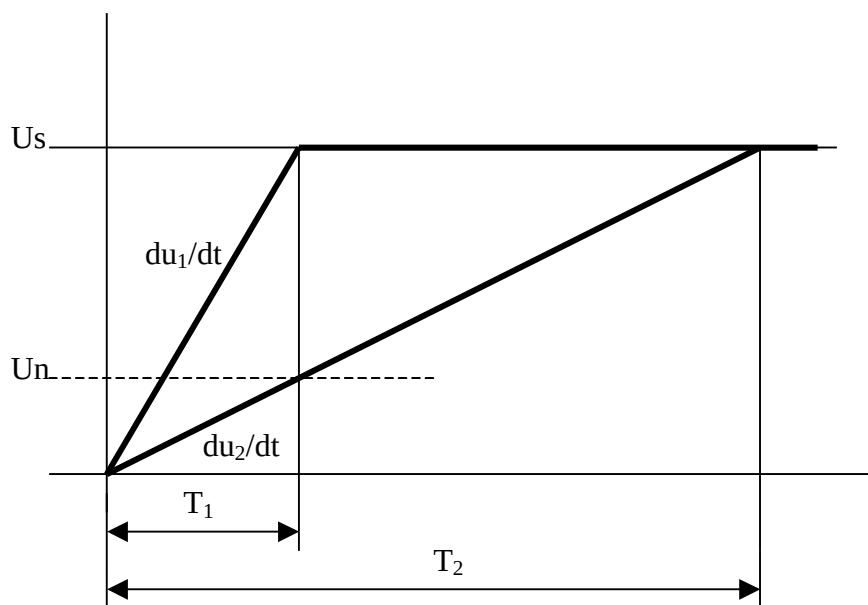
- redukce strmosti napětí du/dt ,
- redukce špiček napětí na motoru,
- prodloužení životnosti izolace vinutí motoru,
- snížení teploty vinutí motoru.

Filtr tedy musí mít nízké ztráty, nízkou cenu, nízký úbytek napětí na indukčnosti a malé rozměry. Tyto vlastnosti vytváří pro návrh filtru náročné podmínky.

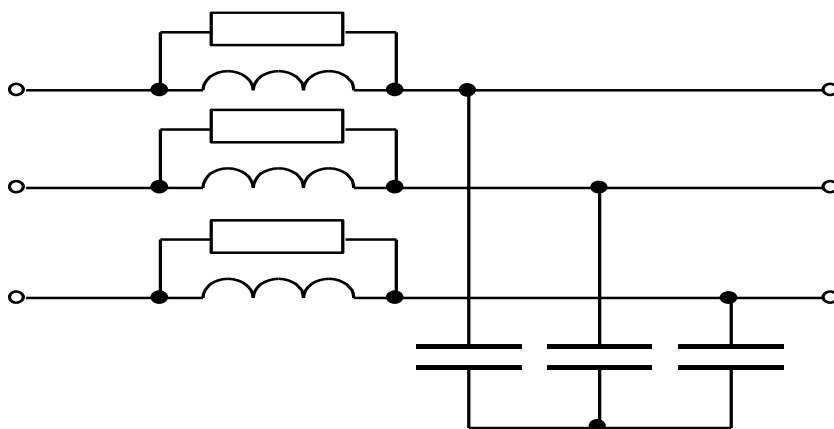
Úbytek napětí na indukčnosti filtru

Pro následné výpočty uvažujme:

- Před filtrací je strmota du_1/dt .
- Po filtraci je strmota du_2/dt .



Ilustrační obrázek pro výpočet úbytku napětí na indukčnosti filtru



Principiální schéma filtru du/dt

Sinusové filtry

Na rozdíl od předchozích zařízení je sinusový filtr konstruován takovým způsobem, že na výstupu filtru je napětí téměř sinusové. Zkreslení výstupního napětí je dáno zejména volbou frekvence filtru. Ten musí být ve většině případů typu dolnopropust. Pouze v případech, kdy frekvenční měnič je určen pro provozování s konstantní výstupní frekvencí, je tento filtr konstruován jako pásmová propust. Filtr však nesmí omezit činnost střídače, jeho výkonové a regulační systémy a současně musí být zachováno velmi nízké zkreslení proudu motoru. Vzhledem ke svojí koncepci je zřejmé, že filtr bude mít nejvyšší ztráty ze všech uvedených zařízení, největší rozměry a tím i nejvyšší cenu.

Návrh filtru se provádí obvykle pomocí simulací na počítači. V počátku je nejdůležitější určit:

- koncepci filtru, typ filtru a jeho zapojení,
- frekvenci, od jaké bude filtr působit,
- minimální modulační frekvenci střídače, pro kterou údaje filtru platí.

Při návrhu filtru je třeba určit vhodnou rezonanční frekvenci a parametry součástek tak, aby úbytek napětí první harmonické na indukčnostech v sériové části filtru byl přijatelný a současně aby byl malý proud procházející kondenzátorem filtru (což vede k nízkým ztrátám ve filtru). Za přijatelnou mezní hodnotu úbytku napětí na indukčnosti lze považovat 5 %.

Základní řešení

Z teorie filtrů se nabízí jako řešení použití filtru ve tvaru článku T. Návrhem filtru dochází k uspokojivému vyhlazení napětí. Proud procházející kondenzátorem je však velmi vysoký a je třeba ho omezit. Omezení se provádí nejčastěji odporem, který se připojuje paralelně k cívce. Tímto odporem procházejí některé vf složky.

Dimenzování motorů, určených pro napájení z měničů

Zjišťování životnosti elektrické izolace se provádí z experimentálně zjištěných křivek hledáním doby po kterou je izolace schopna odolávat namáhání při dané napěťové hladině a tvaru signálu. Měření se provádí na dvou typech vzorků, tenkých polymerových filmech a tzv. twisted pairs. Výsledky odhalují rozdíl mezi vnějším chováním (zaměřeno na částečné výboje, projevují se při napětí nad 1 kV) a vnitřním chováním (zaměřeno na vlastnosti materiálů – vliv frekvence, du/dt a amplitudy elektrického pole). Získané výsledky vedou výrobce k “vytvrzení” materiálů tak, aby odolávaly částečným výbojům.