

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
FAKULTA STROJNÍ**



ELEKTROTECHNIKA - CVIČENÍ

Měření parametrů jednofázových neřízených usměrňovačů

Ing. Jan Vaňuš Ph.D.

Ing. Roman Hrbáč Ph.D.

Ing. Tomáš Mlčák Ph.D.

Ostrava 2013

© Ing. Jan Vaňuš Ph.D., Ing. Roman Hrbáč Ph.D., Ing. Tomáš Mlčák Ph.D.

© Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

ISBN 978-80-248-3048-3



Tento studijní materiál vznikl za finanční podpory Evropského sociálního fondu (ESF) a rozpočtu České republiky v rámci řešení projektu: CZ.1.07/2.2.00/15.0463, MODERNIZACE VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ A DIDAKTICKÝCH METOD

OBSAH

5	MĚŘENÍ	PARAMETRŮ	JEDNOFÁZOVÝCH	NEŘÍZENÝCH	
	USMĚRŇOVAČŮ				3
5.1	Měření parametrů	jednofázových usměrňovačů			4
5.2	Literatura				11



5 MĚŘENÍ PARAMETRŮ JEDNOFÁZOVÝCH NEŘÍZENÝCH USMĚRŇOVAČŮ



OBSAH KAPITOLY:

Měření parametrů jednofázových neřízených usměrňovačů

- Jednocestný, jednofázový usměrňovač s odporovou, odporově induktivní a odporově kapacitní zátěží.
- Dvoucestný jednofázový usměrňovač s odporovou, odporově induktivní a odporově kapacitní zátěží.

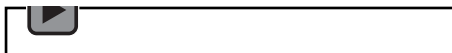


MOTIVACE:

K provozu četných elektronických zařízení (MP3 přehrávač, notebooky, mobily atd.) je zapotřebí stejnosměrné napětí. K jeho získání se používají síťové usměrňovače, které mění střídavé napětí na stejnosměrné.



Audio 5.1 Motivace



CÍL:

Jednofázové jednopulsní, jednocestné usměrňovače s odporovou, odporově kapacitní a odporově induktivní zátěží,

jednofázové dvoupulsní, dvoucestné můstkové usměrňovače s odporovou, odporově kapacitní a odporově induktivní zátěží,

schéma zapojení,

průběh a popis naměřených veličin napětí a proudu na vstupu a na výstupu usměrňovače,

střední hodnota napětí a proudu,

efektivní hodnota napětí a proudu.

5.1 MĚŘENÍ PARAMETRŮ JEDNOFÁZOVÝCH USMĚRŇOVAČŮ

Cíl měření:

- Ověření činnosti jednofázových usměrňovačů včetně časových průběhů proudů a napětí.

Zadání úlohy:

1. Seznamte se se zapojením laboratorních přípravků a pultu, zapojte obvod dle obr. 9.2. Vstupní napětí U_1 nastavujte do hodnoty $U_1 = 10V$.
2. Změřte hodnoty obvodových veličin (U a I) a uložte jejich časové průběhy pro zapojení jednopulzního (jednocestného) usměrňovače se zátěží:
 - odporovou (R), (jako odpor použijte rezistor $200\ \Omega$),
 - odporovou se zapojeným filtračním kondenzátorem,
 - odporovou a induktivní ($R + L$), (odpor tvoří odpor tlumivky + rezistor $18\ \Omega$ na přípravku tlumivky),
 - odporovou a induktivní se zapojenou nulovou diodou D_0 .
3. Změřte hodnoty obvodových veličin (U a I) a uložte jejich časové průběhy pro zapojení dvoupulzního (dvoucestného) můstkového usměrňovače se zátěží:
 - odporovou (R), (jako odpor použijte rezistor $200\ \Omega$),
 - odporovou se zapojeným filtračním kondenzátorem,
 - odporovou a induktivní ($R + L$), (odpor tvoří odpor tlumivky + rezistor $18\ \Omega$ na přípravku tlumivky).
4. Pro obě zapojení usměrňovačů ověřte pomocí výpočtu velikost výstupního napětí při odporové zátěži bez filtračního kondenzátoru.
5. Porovnejte naměřené a vypočtené hodnoty včetně zdůvodnění jejich rozdílů.
6. Do protokolu vytiskněte uložené časové průběhy U a I a okótuje u nich amplitudy a dobu periody.

! Na měření si přineste USB flashdisk!

Teoretický rozbor:

Měnič elektrické energie mění energii určitých parametrů. Polovodičový měnič je statické zařízení, které využívá ke své činnosti odporů, indukčností, kapacit a spínacích vlastností polovodičových prvků. Měnič je elektrický obvod s nelineárními součástkami, proto musí při jeho řešení docházet k určitým zjednodušením. V měniči se přeměna energie na jiné parametry výstupního napětí, proudu, kmitočet apod. děje s minimálními ztrátami a tím s poměrně vysokou účinností.

Základní druhy polovodičových měničů jsou:

- usměrňovače,
- střídače,
- fázově řízené měniče střídavého napětí (softstartéry),
- pulsní měniče, (spínané zdroje),
- střídavé měniče kmitočtu.

Usměrňovače

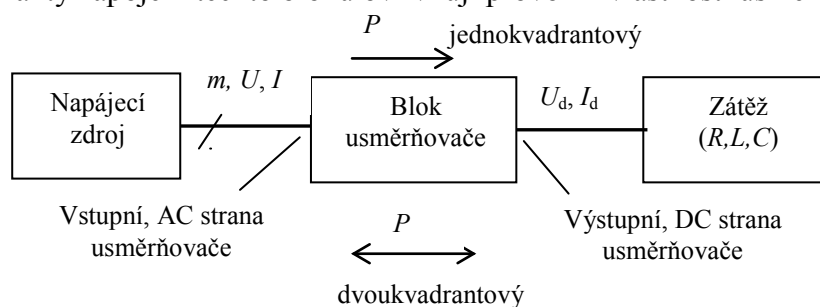
Jedná se o druh výkonového polovodičového měniče používaného k přeměně střídavého proudu na stejnosměrný (AC/DC). Tento o druh provozní jednotky elektronické výkonové přeměny je sestaven z následujících bloků:

- Napájecí zdroj (m -fázová střídavá napájecí síť- popř. transformátor),
- Vlastní blok usměrňovače obsahující výkonové polovodičové součástky (VPS),



- Zátěž sestávající z kombinace zapojení prvků obvodu R, L, C popř i s protinapětím U_i .

Parametry a varianty zapojení těchto bloků ovlivňují provozní vlastnosti usměrňovačů.



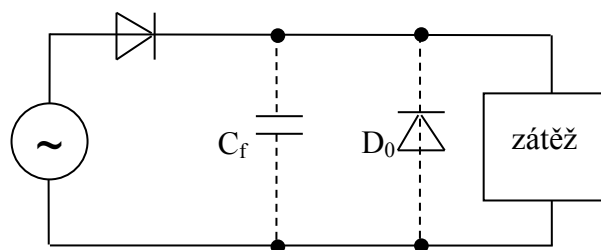
Obr. 9.1 Sestava polovodičového usměrňovače.

Rozdělení usměrňovačů je možno provést na základě různých kritérií (hledisek):

1. *Podle druhu napájecího zdroje (počtu fází):*
 - jednofázové , ($m=1$), třífázové, ($m=3$) , m -fázové
2. *Podle charakteru výstupních (stejnoseměrných) veličin:*
 - neřízené, osazené neřiditelnými polovodičovými spínacími součástkami - diodami;
 - řízené, osazené řiditelnými polovodičovými součástkami (tyristory, tranzistory), které podle způsobu provozu (směru toku energie-výkonu) dále dělíme na:
 - jednokvadrantové (energie je přenášena pouze ze zdroje do zátěže);
 - dvoukvadrantové (energie je přenášena ze zdroje do zátěže a naopak).
3. *Podle počtu pulzů (počet komutací z jedné větve na jinou během jedné periody):*
 - jednopulzní , dvoupulzní, trojpulzní, šestipulzní, dvanácti a vícepulzní ($q=1, 2, \dots$)
4. *Podle zapojení měniče (uspořádání jeho výkonového obvodu) z hlediska tvaru proudu na vstupní straně(svorkách) bloku usměrňovače*
 - jednocestné (proud na vstupních svorkách je jednosměrný),
 - dvoucestné (proud na vstupních svorkách je obousměrný).

Příklady provedení neřízených usměrňovačů v jednocestném (uzlovém) zapojení **Jednofázový jednopulsní jednocestný(uzlový) usměrňovač**

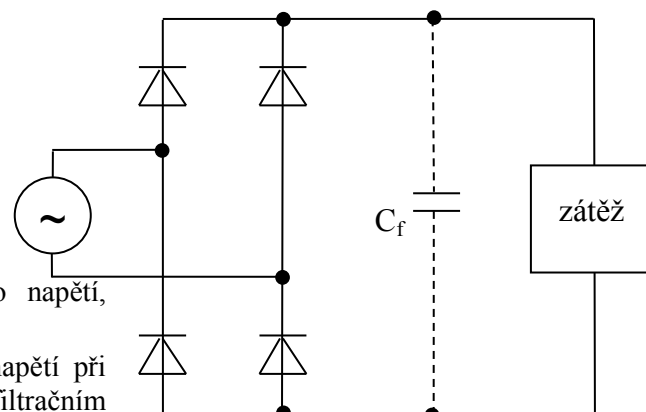




Filtrační kondenzátor C_f slouží k vyhlazení výstupního napětí, nemusí být v usměrňovači vždy.

Nulová dioda D_0 slouží k odstranění záporných špiček napětí při induktní zátěži, používá se pouze, je-li to potřeba. S filtračním kondenzátorem je většinou nulová dioda zbytečná a u dvoupulzního usměrňovače se nepoužívá (ostatní diody její funkci nahradí).

Obr. 9.2 Principiální zapojení jednopulzního usměrňovače.



Obr. 9.3 Principiální zapojení dvoupulzního usměrňovače.

Usměrněné napětí

Průběh okamžité hodnoty usměrněného napětí u_d se vyznačuje střídavou složkou nasuperponovanou na jeho střední hodnotu U_d . Při vlastním usměrnění střídavé vstupní veličiny vybírá usměrňovač jen určitou část jeho křivky tak, aby výstupní napětí přiváděné na zátěž bylo stejnosměrné. Z hlediska zvlnění výstupního dc napětí vychází příznivě usměrnění vícefázového vstupního napětí, kdy jsou z jednotlivých fází vybírány ze sinusového průběhu jen části a to v oblasti maxima. Střední hodnotu usměrněného napětí naprázdno U_{d0} je závislá na zapojení usměrňovače

Usměrněný proud

Okamžitá hodnota usměrněného proudu je označována i_d . Průběh i_d je dán průběhem usměrněného napětí u_d a zátěží. Obecná zátěž může obsahovat R , L , C popř. protinapětí U_i . Usměrněný proud bude zvlněný a pokud v průběhu periody vstupního napětí nedosáhne nulové hodnoty nazývá se jako nepřerušovaný (spojitý).

Vztahy pro výpočet střední hodnoty výstupního napětí usměrňovače. (Platí pouze pro odporovou zátěž bez filtračního kondenzátoru bez uvažování úbytku na diodách):

Tabulka 9.1 vztahy pro výpočet U_d na odporové zátěži pro jednopulzní a dvoupulzní usměrňovač.

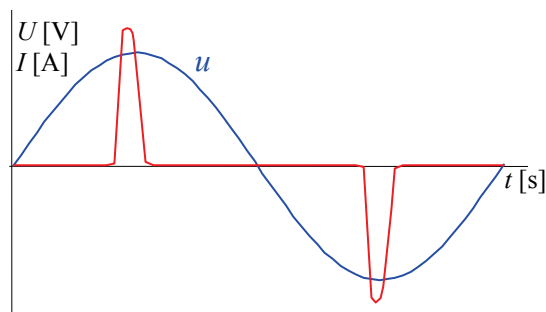
Zapojení	Jednopulzní	Dvoupulzní
Střední hodnota usměrněného napětí	$U_d = 0,45 \cdot U_1$	$U_d = 0,9 \cdot U_1$

Kde U_1 je efektivní hodnota vstupního napětí usměrňovače.

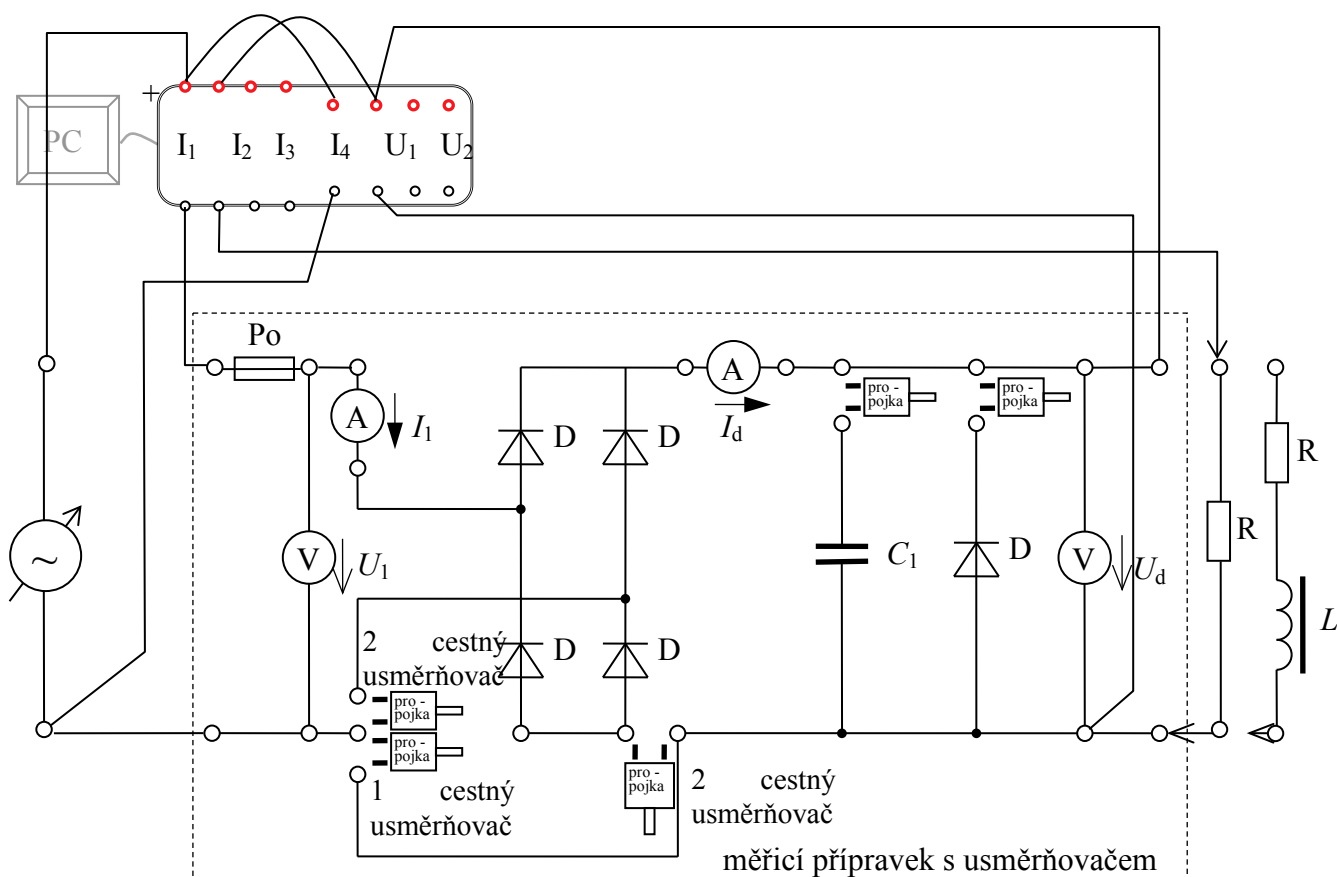
Zpětné vlivy polovodičových měničů

Elektrické obvody, které obsahují pouze rezistory, indukty a kapacitory, respektive zátěže, jejichž chování lze popsat náhradním schématem obsahujícím pouze tyto prvky, se nazývají *lineární*. Jestliže tyto lineární zátěže jsou připojeny k napájecí síti s harmonickým průběhem napájecího napětí, odebírají ze sítě rovněž harmonický proud a napětí v síti tak nezkreslují. Kromě lineárních zátěží jsou však do napájecí sítě připojeny rovněž takové spotřebiče, jejichž odebíraný proud z napájecí sítě není harmonický a tím napětí v síti více či méně zkreslují. Mají tedy negativní účinky na napájecí síť, ke které jsou připojeny a rovněž i na další zařízení k této síti připojená (jejich vlivem může docházet např. k poruchové činnosti nebo dokonce

selhání citlivých zařízení, ke snížení přesnosti některých měřicích přístrojů, k proudovému přetěžování, zvýšeným vibracím a akustickému hluku zařízení, k přetěžování a nadměrnému přehřívání středního vodiče atd.). Tyto zátěže se pak nazývají *nelineární* a patří sem takové zátěže, které mají ve svých strukturách polovodičové měniče, například usměrňovače (jako jsou např. elektrické regulované pohony či zařízení výpočetní techniky a elektroniky, osvětlení se zářivkami a výbojkami, elektrické obloukové pece, svařovací stroje).



Obr. 9.4 Časový průběh proudu a napětí, odebíraného zařízeními s usměrňovačem na vstupu.



Obr. 9.5 Schéma zapojení měřicího přípravku.

Poznámka:



- Při zapojení jednopulzního (jednocestného) usměrňovače zasuněte propojku do zdířek pro jednocestný usměrňovač, jak je naznačeno na panelu, při tomto zapojení usměrňuje pouze dioda D_1 .
- Při zapojení dvoupulzního (dvoucestného) usměrňovače jsou dvě propojky ve zdířkách pro dvoucestný usměrňovač, tentokrát usměrňují všechny čtyři diody, jde o můstkové zapojení.
- Měříme-li na usměrňovači s filtračním kondenzátorem, nebo nulovou diodou, připojíme tyto prvky příslušnou propojkou.
- Propojky nikdy nepřepojujete pod napětím! Před každým přepojováním vypněte zdroj. (stačí stáhnout regulátor na 0).



Tabulka 9.2 Naměřené a vypočtené hodnoty pro jednopulzní a dvoupulzní usměrňovač:

		naměřeno						vypočteno		informativní obrázky časových průběhů napětí a proudů v usměrňovači	
		na měřicích přístrojích				na počítači		f (Hz)	U_d (V)		
		U_1	I_1	U_d	I_d	U_{1m}	U_{2m}				T
	zátěž	(V)	(A)	(V)	(A)	(V)	(V)	(s)			
	R										
	R + C _f										
	R + L										
1 pulzní usměřňovač											
	R+L+D ₀										
	R										
	R + C _f										
	R + L										
2 pulzní usměřňovač											
	R										
	R + C _f										
	R + L										

U_i efektivní hodnota vstupního napětí, měří se střídavým voltmetrem,
 I_i efektivní hodnota vstupního proudu, měří se střídavým ampérmetrem,
 U_d střední hodnota výstupního napětí, měří se stejnosměrným voltmetrem,
 I_d střední hodnota výstupního proudu, měří se stejnosměrným ampérmetrem

U_{1m} maximální hodnota vstupního napětí, odečítá se z počítače
 U_{2m} maximální hodnota výstupního napětí, odečítá se z počítače
 T doba periody, odečítá se z počítače



5.2 LITERATURA

Smejkal J, Elektrotechnika, VUT Brno,

TKOTZ K., Příručka pro elektrotechnika: Europa - Sobotáles cz. s.r.o., 2 vydání

Bastian P a kolektiv, Praktická elektrotechnika; Europa - Sobotáles cz. s.r.o., 2 vydání

Stýskala V., Kolář V., Kocman S.: JEDNOFÁZOVÉ NEŘÍZENÉ USMĚRŇOVAČE, učební text VŠB TU Ostrava, FEI, 2011

Internet

Laboratorní úlohy do cvičení v předmětu Elektrotechnika:

http://fei1.vsb.cz/kat420/index_stary.html

