

## 1.1 Usměrňovací dioda

### 1.1.1 Úkol:

1. Změřte VA charakteristiku usměrňovací diody
  - a) pomocí osciloskopu
  - b) pomocí soustavy RC 2000
2. Ověřte vlastnosti jednocestného usměrňovače
  - a) bez filtračního kondenzátoru
  - b) s filtračním kondenzátorem o malé kapacitě
  - c) s filtračním kondenzátorem o velké kapacitě
3. Ověřte vlastnosti dvoucestného usměrňovače
  - a) bez filtračního kondenzátoru
  - b) s filtračním kondenzátorem o malé kapacitě
  - c) s filtračním kondenzátorem o velké kapacitě

### 1.1.2 Teorie:

Základem používaných usměrňovacích prvků je PN přechod. Využívá se skutečnosti, že v jednom směru PN přechod proud propouští a v opačném směru je téměř nevodivý.

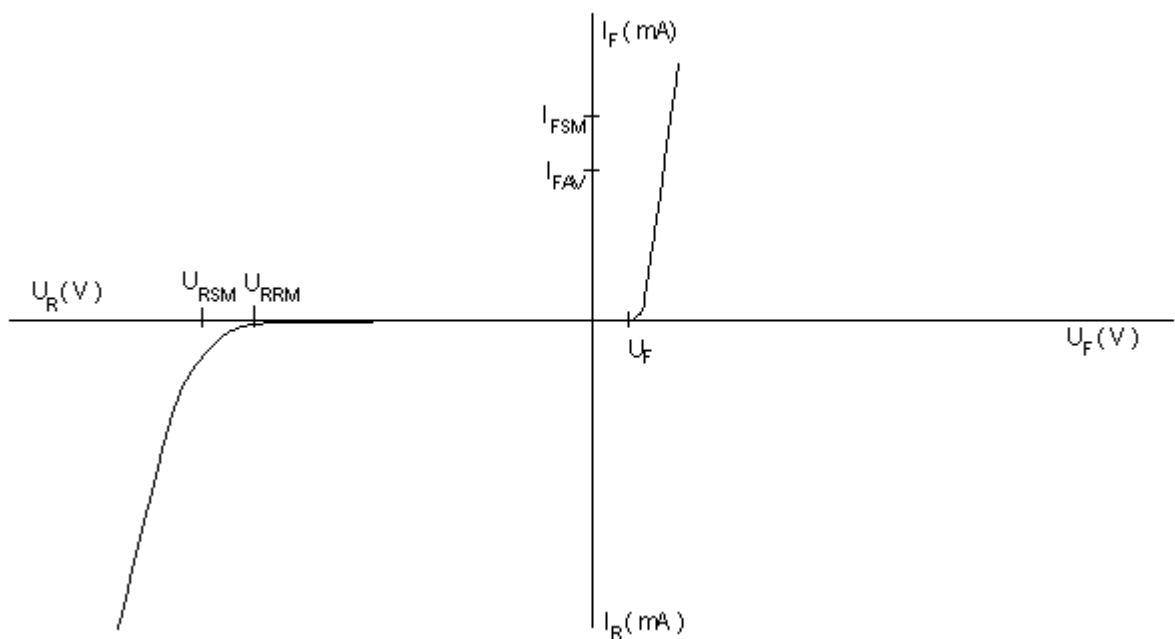
Vzrůstá-li v propustném směru postupně napětí, vzrůstá i proud diodou. Malé napětí v propustném směru vyvolá velký propustný proud od katody k anodě. Vzrůstá-li napětí v závěrném, prochází diodou pouze malý závěrný proud (od anody ke katodě). Pro germaniovou diodu je v rozsahu 1mA a pro křemíkovou v rozsahu 1 $\mu$ A. Vzrůstá-li postupně napětí v závěrném směru, závěrný proud zůstává na konstantní nízké úrovni až do dosažení průrazného napětí přechodu. V tomto bodě přestane přechod existovat a dioda začne propouštět proud. Jde o tzv. lavinový průraz. Proud diody zde už není závislý na napětí. Při práci v tomto režimu je proud elektronů tak velký, že diody s běžnými PN přechody jsou zničeny. Propustný a závěrný směr diody může být přirovnám k proměnnému odporu. V propustném směru je odpor několik  $\Omega$ . V závěrném směru má dioda odpor v rozmezí M $\Omega$  až do dosažení průrazu.

**Podle způsobu zapojení dělíme usměrňovače na:**

- jednocestné
- dvoucestné
- dvoucestné můstkové
- vícecestné

**Podle toho, zda je možné průběh usměrnění měnit, dělíme usměrňovače na:**

- neřízené (diodové)
- řízené (tyristorové, triakové)



*Obr. 1. VA charakteristika usměrňovací diody*

$U_{RRM}$  – maximální opakovatelné špičkové závěrné napětí

$U_{RSM}$  – maximální nárazové závěrné napětí

$I_{FAV}$  – maximální usměrněný proud

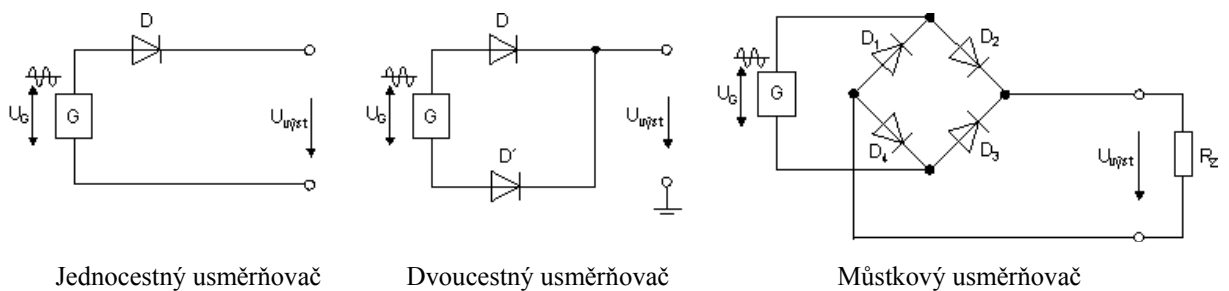
$I_{FSM}$  – maximální povolený impulsní proud

$P_{tot}$  – celkový ztrátový výkon

Platí: Ztrátový výkon v propustném směru = ztrátový výkon v závěrném směru

Neřízenými usměrňovači není možné přímým řízením usměrňovacích prvků dosáhnout změnu výstupního usměrněného napětí. Řízené usměrňovače umožňují této změny dosáhnout řídicí elektrodou.

K usměrnění jednocestným usměrňovačem postačuje jedna dioda. Ta propouští proud do zátěže jen tehdy, pokud je na její anodě vyšší napětí než na katodě. Diodu volíme úměrně jejímu namáhání v závěrném směru. Úbytek napětí v propustném směru je pro germaniovou diodu cca 0,5V a pro křemíkovou diodu cca 0,7 V.



Obr. 2. Schémata usměrňovačů

Zapojení dvoucestného usměrňovače vyžaduje dvě usměrňovací diody a transformátor s dvojitým sekundárním vinutím. Každá z diod usměrňuje jednu půlvlnu střídavého napětí. Na výstupních svorkách je stále napětí s výjimkou okamžiku, kdy střídavé napětí prochází nulou. V době kladné periody protéká proud diodou D v bodě (a), dioda D' je uzavřená. V druhé polovině periody jde dioda D' v propustném směru a protéká jí proud přes bod (b).

Nejčastějším zapojením usměrňovače je můstkový, tzv. Greatzův můstek. Jedná se o dvoucestný usměrňovač s jednoduchým transformátorem. Vyžaduje použití čtyř usměrňovacích diod. V kladné půlperiodě se obvod uzavírá diodou D<sub>2</sub>, zátěží R<sub>Z</sub> a diodou D<sub>4</sub>, v záporné půlperiodě diodou D<sub>1</sub> zátěží R<sub>Z</sub> a diodou D<sub>3</sub>.

Řízený usměrňovač je složen z tyristoru a článku posouvajícího fázi. Tyristor je schopen propouštět kladné nebo záporné půlvlny střídavého napětí a to od okamžiku kdy řídicí elektroda dostane impuls pro uvedení do propustného stavu. Tento impuls lze časově posouvat pomocí RC článku. Pak mluvíme o fázově řízeném tyristoru.

### 1.1.3 Zadání:

Poznamenejte si katalogové hodnoty součástek z příloženého listu.

Např. KA 262  $U_{RRM}=115V$ ,  $U_{RSM}=125V$ ,  $I_{FAV}=100mA$ ,  $I_{FRM}=300mA$ ,  $P_{tot}=0,25W$

#### *Popis použitých přístrojů a součástek:*

G generátor harmonického signálu

Osc analogový osciloskop popř. interface počítače

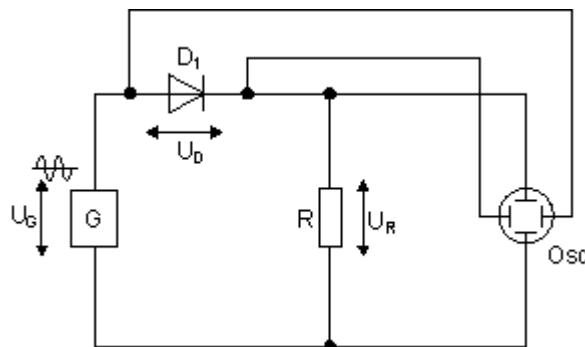
D usměrňující dioda

C filtrační kondenzátor  $1\mu F$ ,  $5\mu F$

R zatěžovací odpor  $1k\Omega$

#### *Ad1a)*

#### *Schéma zapojení:*



Obr. 3. Zapojení elektrického obvodu pro měření VA charakteristiky

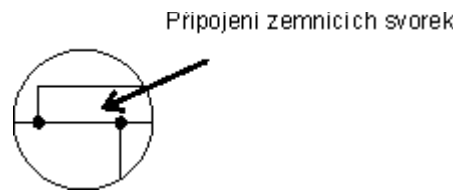
$U_G$  – napětí generátoru harmonického signálu

$U_D$  – napětí na usměrňovací diodě

$U_R$  – napětí na rezistoru

#### *Postup měření:*

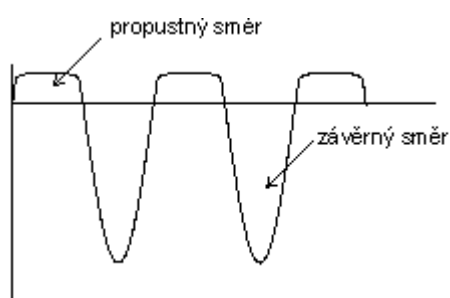
- Zapojíme součástky dle schématu. V zapojení používáme stavebnici Dominoputer. Rozložení součástek by mělo odpovídat schématu zapojení.
- Před začátkem měření nastavíme na modré sondě osciloskopu přepínač do polohy č.1 a provedeme **kalibraci** rozsahů obou sond.
- Připojíme sondy osciloskopu. (sondu č.1 na diodu, sondu č.2 na zatěžovací odpor) Zemní svorky obou sond musí být vyvedeny ze stejného uzlu.



*Obr. 4. Připojení zemnicích svorek*

Po zapojení zavoláme vyučujícího, a teprve po kontrole zapneme zdroj napětí.

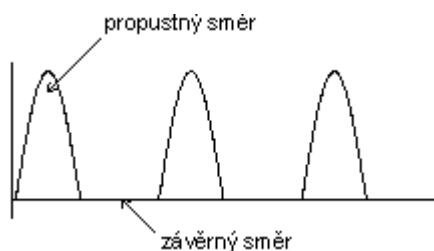
- d) Na osciloskopu přepneme na kanál č.1 a zkontrolujeme průběh napětí na diodě.



*Obr. 5. Průběh napětí na diodě*

Pozn. V propustném směru vidíme úbytek napětí na diodě (podle typu diody 0,7 V u křemíkové diody, 0,5V u germaniové diody). V závěrném směru se napětí shoduje s amplitudou nastavenou na zdroji.

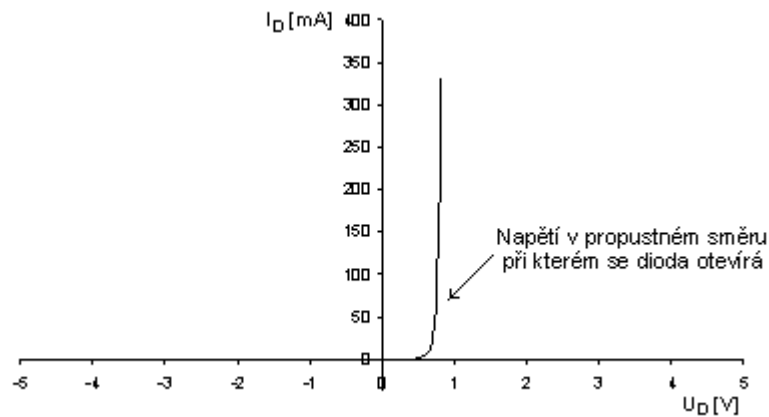
- e) Osciloskop přepneme na kanál č.2 a zkontrolujeme průběh napětí na zatěžovacím odporu.



*Obr. 6. Průběh napětí na zatěžovacím rezistoru*

Pozn. V propustném směru je na rezistoru napětí zdroje snižené o úbytek napětí na diodě. V závěrném směru není na rezistoru napětí.

- f) Osciloskop přepneme na duální režim a časovou základnu přepneme na režim XY. Po přepnutí na režim XY je třeba, aby zobrazený bod na osciloskopu byl v počátku souřadnicových os.. Výsledné zobrazení bude VA charakteristika diody.



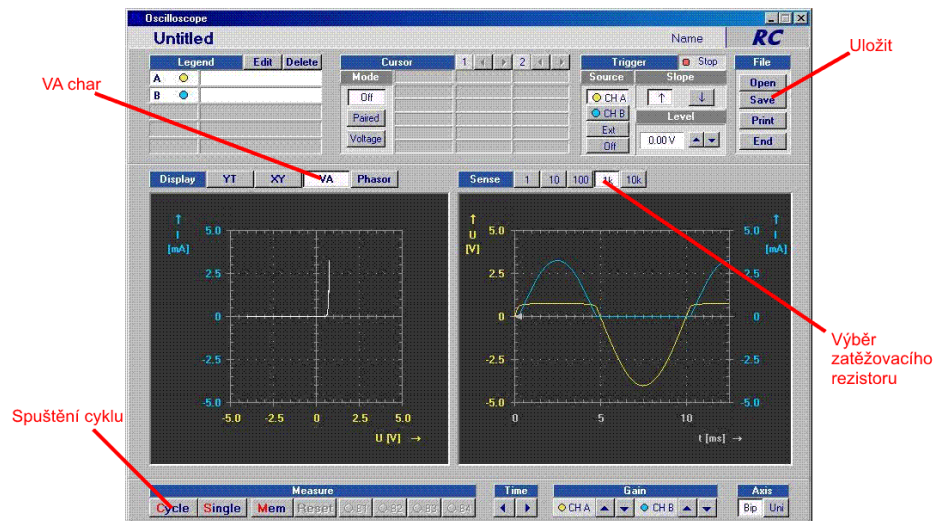
Obr. 7. VA charakteristika diody

Pozn.: Na ose X vidíme skutečné hodnoty napětí na diodě, osa Y je proudová, proto musíme provést přepočet. Jelikož je proud procházející tímto obvodem všude stejný vypočítáme proud procházející diodou z napětí na zatěžovacím rezistoru (sonda osciloskopu č.2) a jeho odporu. (viz.Ohmuv zákon).

#### **Ad1b)**

#### **Postup měření:**

- Připojíme měřicí sondy z rozhraní počítače (Analog and digital data unit) soustavy RC 2000 na místo sond osciloskopu. (kanál A = kanál č.1, kanál B = kanál č.2). Je nutné provést synchronizaci generátoru harmonického signálu s měřicí soustavou. Synchronizaci provedeme propojením svorky Sync na generátoru se svorkou Ext Trig na měřicí soustavě.
- Spustíme PC a v něm program RC 2000. Po spuštění vybereme z nabídky položku Oscilloscope. Tlačítkem v sekci Sense vybereme hodnotu zatěžovacího odporu. V sekci display vybereme VA charakteristiku a v dolním levém rohu spustíme cyklus měření tlačítkem Cycle.

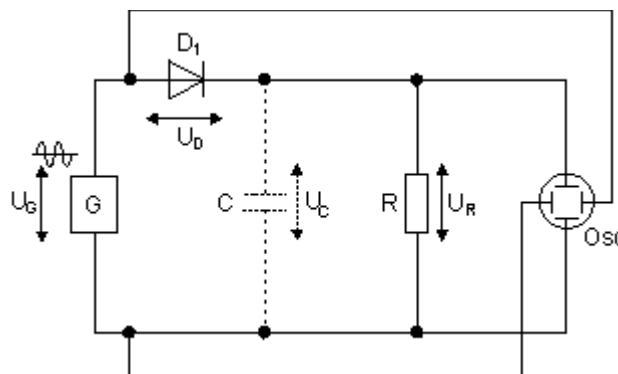


Obr. 8. Prostředí RC 2000

- c) Pokud průběh napětí souhlasí poznamenejme si hodnotu frekvence a amplitudy na generátoru a projekt uložíme. Uložení provedeme tak, že ukončíme cyklus (Cycle) a v pravém horním rohu v sekci File zvolíme Save. V aktivním adresáři vytvoříme adresář s názvem skupiny, podadresář se jmény měřících a soubor uložíme pod názvem VAchar. Pro kontrolu zkopírujeme obrázek pomocí tlačítka Print Screen a vložíme do Wordu.

Ad2a)

**Schéma zapojení:**



Obr. 9. Zapojení elektrického obvodu pro měření jednocestného usměrňovače

$U_G$  – napětí generátoru harmonického signálu

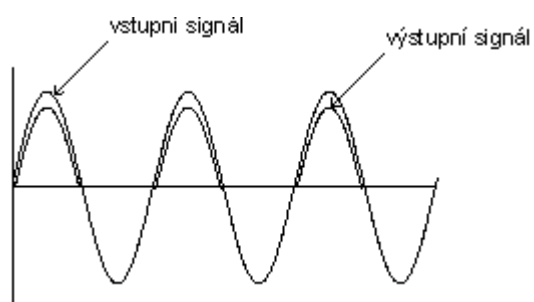
$U_D$  – napětí na usměrňovací diodě

$U_C$  – napětí na kondenzátoru

$U_R$  – napětí na rezistoru

**Postup měření:**

- a) Zapojíme jednocestný usměrňovač podle schématu (bez kondenzátoru).
- b) V programu RC 2000 se přepneme v sekci display do časového režimu YT. Zapneme cyklus měření (Cycle).
- c) Zkontrolujeme průběh napětí a projekt uložíme pod názvem Usmer.

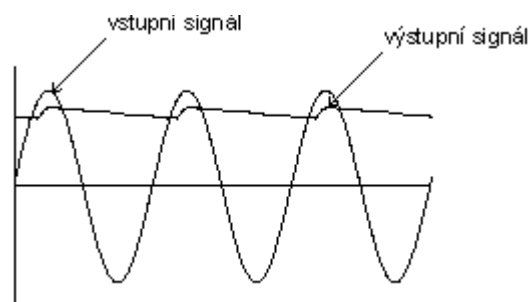


*Obr. 10. Průběh napětí na jednocestném usměrňovači bez filtračního kondenzátoru*

**Ad2b)**

**Postup měření:**

- a) Zapojíme jednocestný usměrňovač podle schématu. (s filtračním kondenzátorem o malé kapacitě)
- b) V programu RC 2000 necháme předešlé nastavení a zapneme měřící cyklus.
- c) Zkontrolujeme průběh a projekt uložíme pod názvem Usmer\_m\_C



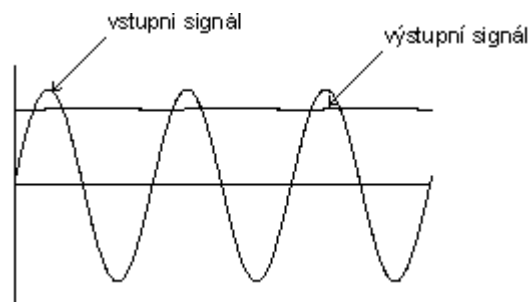
*Obr. 11. Průběh napětí na jednocestném usměrňovači s kondenzátorem o malé kapacitě*



**Ad2c)**

**Postup měření:**

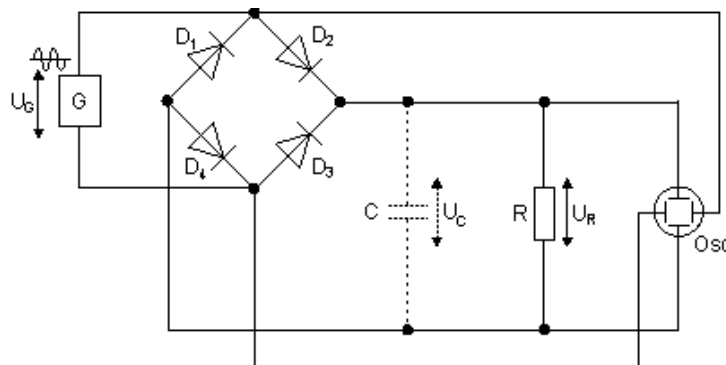
- Zapojíme jednocestný usměrňovač podle schématu. (s filtračním kondenzátorem o velké kapacitě)
- V programu RC 2000 necháme předešlé nastavení a zapneme měřicí cyklus.
- Zkontrolujeme průběh a projekt uložíme pod názvem Usmer\_v\_C



*Obr. 12. Průběh napětí na jednocestném usměrňovači s kondenzátorem o velké kapacitě*

**Ad3a)**

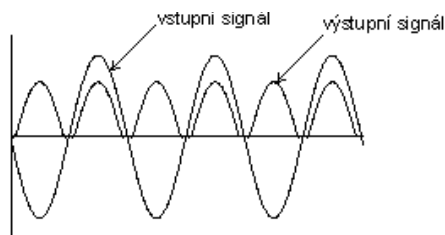
**Schéma zapojení:**



*Obr. 13. Zapojení elektrického obvodu pro měření dvoucestného usměrňovače*

**Postup měření:**

- Zapojíme dvoucestný usměrňovač podle schématu (bez kondenzátoru).
- V programu RC 2000 se přepneme v sekci display do časového režimu YT. Zapneme cyklus měření (Cycle).
- Zkontrolujeme průběh napětí a projekt uložíme pod názvem Mustek.

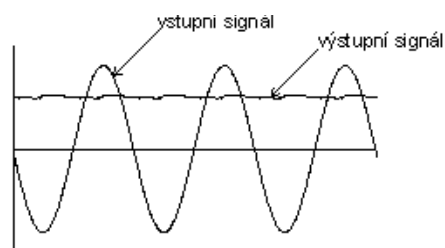


Obr. 14. Průběh napětí na dvoucestném usměrňovači bez filtračního kondenzátoru

**Ad3b)**

**Postup měření:**

- Zapojíme dvoucestný usměrňovač podle schématu. (s filtračním kondenzátorem o malé kapacitě)
- V programu RC 2000 necháme předešlé nastavení a zapneme měřící cyklus.
- Zkontrolujeme průběh a projekt uložíme pod názvem Mustek\_m\_C

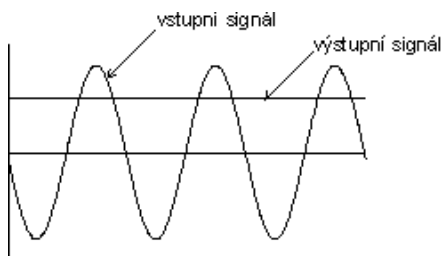


Obr. 15. Průběh napětí na dvoucestném usměrňovači s kondenzátorem o malé kapacitě

**Ad3c)**

**Postup měření:**

- Zapojíme dvoucestný usměrňovač podle schématu. (s filtračním kondenzátorem o velké kapacitě)
- V programu RC 2000 necháme předešlé nastavení a zapneme měřící cyklus.
- Zkontrolujeme průběh a projekt uložíme pod názvem Mustek\_v\_C



Obr. 16. Průběh napětí na dvoucestném usměrňovači s kondenzátorem o velké kapacitě