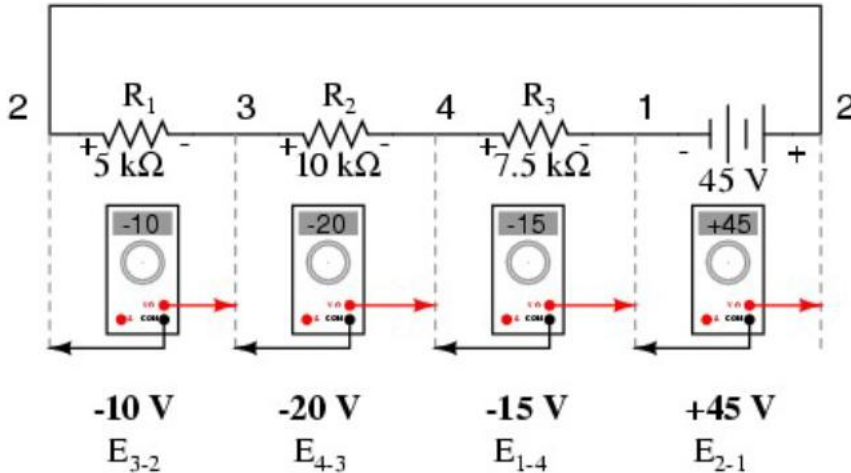


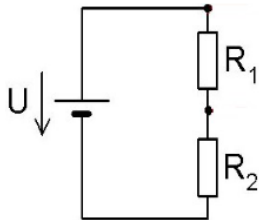
Měření

- Měření napětí

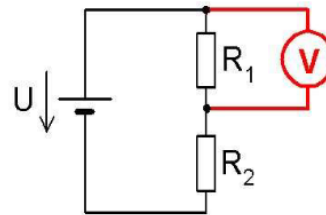
- Přístroj k měření napětí = **VOLTMETR**
- Voltmetr se připojuje paralelně k větvi (prvku), na níž chceme změřit napětí.



- Může být analogový nebo číslicový
 - Na analogových velice rychle se pozná, jestli hodnota klesá nebo roste
- **Vnitřní odpor voltmetru**
 - Měl by být co největší, aby ovlivnil měřený obvod co nejméně.
 - Voltmetr je z pohledu obvodu další větev, zapojená mezi dva uzly, větev voltmetru tedy odebere z obvodu část proudu.



Je-li např. $R_1 = R_2 = 100\text{ k}\Omega$
a $U = 10\text{ V}$, pak na každém
z odporů je 5 V .

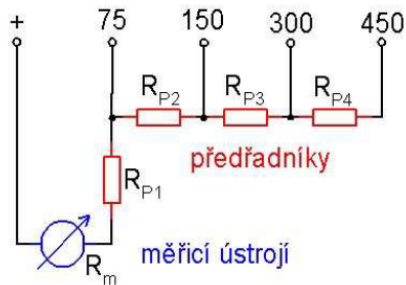


Stejná situace, jen měříme napětí na R_1
voltmetrem. Má-li voltmetr vnitřní odpor $1\text{ M}\Omega$,
pak paralelní kombinace R_1 a vnitřního odporu
voltmetru je $90,9\text{ k}\Omega$.

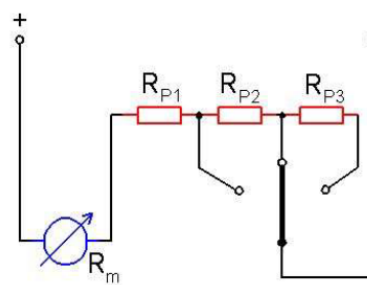
Napětí na R_1 (a voltmetru) pak bude jen $4,76\text{ V}$!

○ **Změna rozsahu voltmetru**

Provádí se pomocí předřadníků (změna vst. svorek, přepínač).



Změna rozsahu voltmetru pomocí svorek



Změna rozsahu voltmetru přepínačem

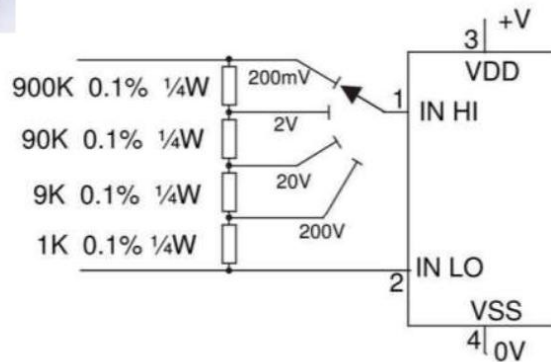
- **Předřadník** = odpor v sérii s voltmetrem, spolu s kterým tvoří dělič napětí.
- Napětí na voltmetr a na předřadník se rozdělí v poměru vnitřního odporu voltmetru a odporu předřadníku.

Příklad:

rozsahy číslicového 3 ½ místného voltmetru



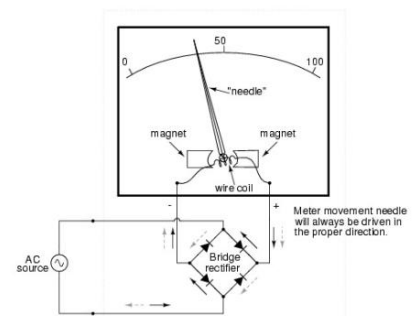
Číslicové voltmetry mají obvody CMOS, mají tedy velmi vysoký vstupní odpor. Proto je lépe použít dělič napětí než pouhý předřadník.

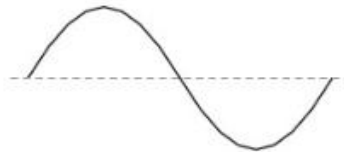
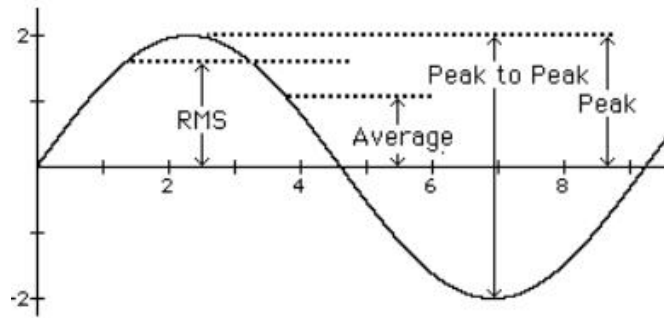


○ **Měření střídavých napětí**

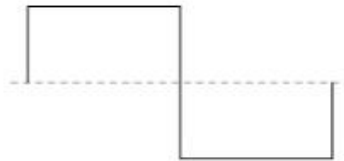
- Je třeba si především uvědomit, co znamená naměřený údaj.
- Je to amplituda?
- Je to střední hodnota (Average)?
- Je to efektivní hodnota (RMS)?

- Typicky magnetoelektrické přístroje s usměrňovačem měří střední hodnotu, ale stupnice bývá cejchována v efektivních hodnotách.
- Pro jiné, než sinusové průběhy to nebude fungovat!

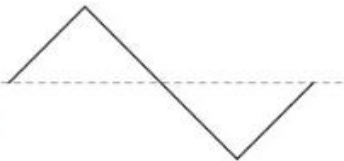




RMS = 0.707 (Peak)
 AVG = 0.637 (Peak)
 P-P = 2 (Peak)



RMS = Peak
 AVG = Peak
 P-P = 2 (Peak)

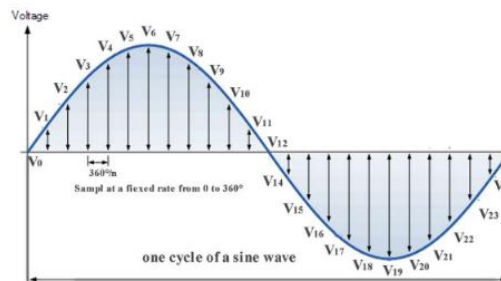


RMS = 0.577 (Peak)
 AVG = 0.5 (Peak)
 P-P = 2 (Peak)

h.

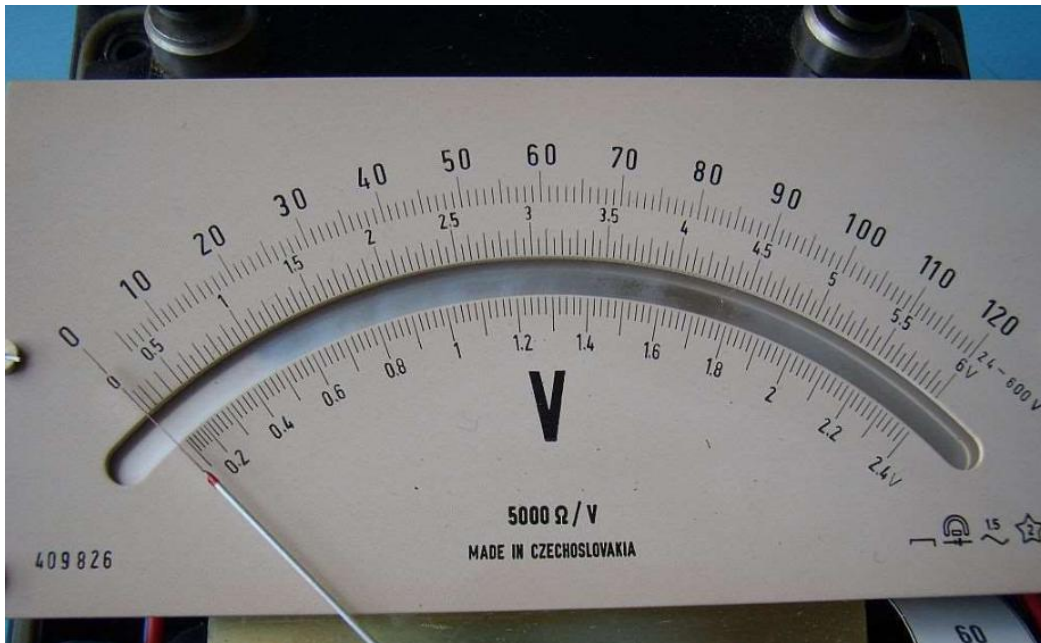
- „True RMS“

Multimeter type	Response to sine wave	Response to square wave	Response to single phase diode rectifier	Response to 3 ∅ diode rectifier
Average responding	Correct	10 % high	40 % low	5 % to 30 % low
True-rms	Correct	Correct	Correct	Correct



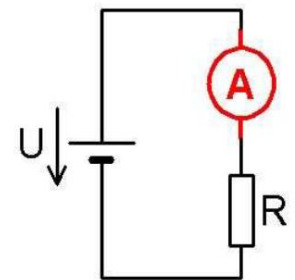
$$V_{rms} = \sqrt{\frac{V_0^2 + V_1^2 + V_2^2 + V_3^2 + V_4^2 + V_5^2 + \dots + V_n^2}{n}}$$

- Čtení údaje z ručičkového přístroje



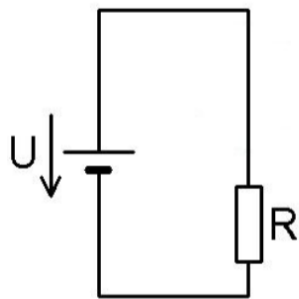
- Měření proudu

- Přístroj k měření proudu = **AMPÉRMETR**
- Ampérmetr se připojuje do série k prvkům, tvořícím větev, v níž chceme změřit proud.

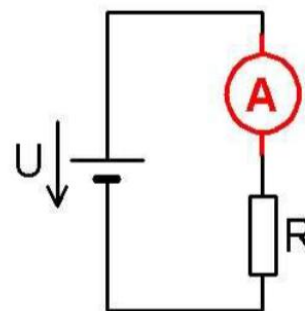


- **Vnitřní odpor ampérmetru**

- Měl by být co nejmenší, aby ovlivnil měřený obvod co nejméně.
- Ampérmetr je z pohledu obvodu další prvek ve větvi, který klade odpor procházejícímu proudu.



Je-li např. $R = 100\Omega$ a $U = 10V$, pak proud obvodem je $0,1A$.

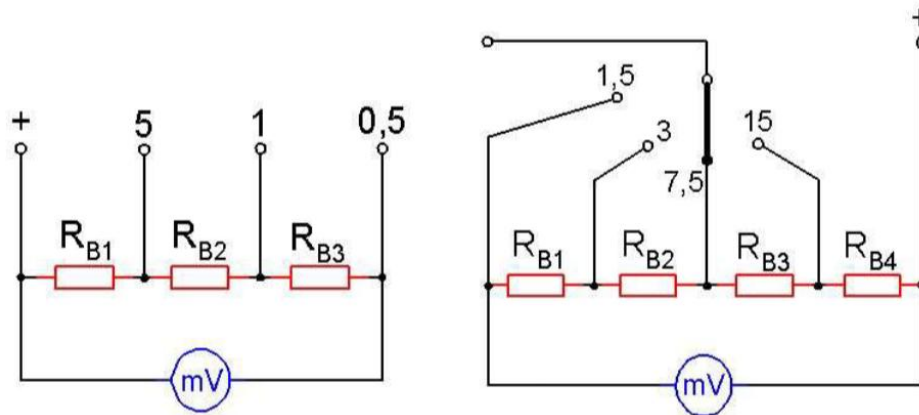


Stejná situace, odpor ampérmetru je 5Ω . Celkový odpor je tedy 105Ω .

Proud obvodem (ten, který ukáže ampérmetr) je pak $0,095A$.

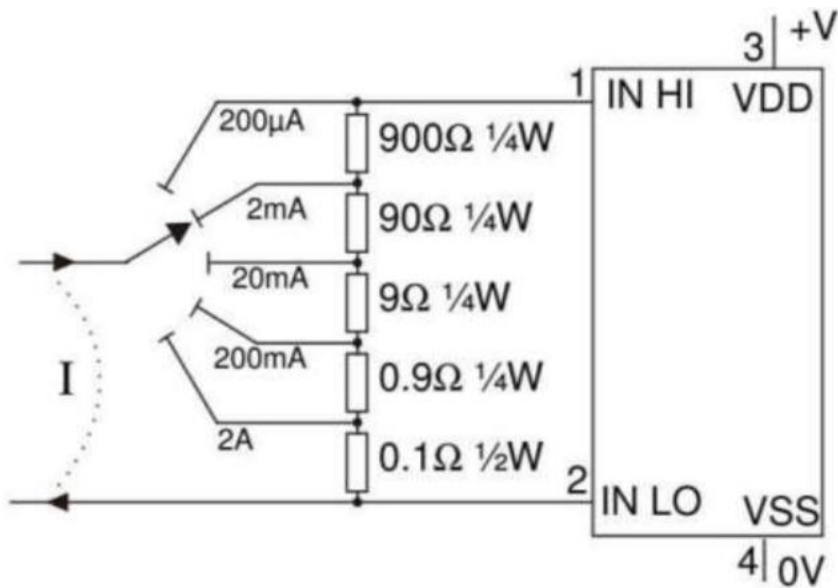
○ **Změna rozsahu ampérmetru**

Provádí se zejména pomocí **bočníků** (změna vst. svorek, přepínač).



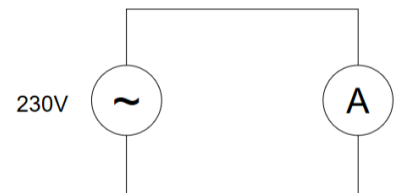
- **mV** = měřením napětí se dá měřit proud
- **Bočník** = odpor paralelně s ampérmetrem, přes který jde část měřeného proudu.
 - Proud do ampérmetru a do bočnicku se rozdělí v obráceném poměru vnitř. odporu ampérmetru a odporu bočnicku.
- Povšimněte si, že ampérmetr může být vlastně voltmetr malých napětí – měří vlastně úbytek napětí na bočníku.

○ **Příklad rozsahu 3 a půl místního ampérmetru**

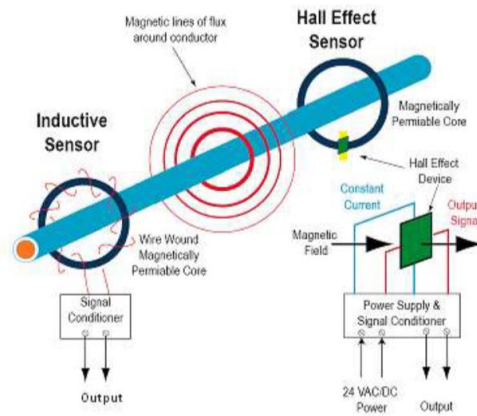


○ **Kvůli nízkému vnitřnímu odporu ampérmetru, připojením vzniká jakoby vodič mezi hrotům ampérmetru**

- V zásuvce je až 16 A no počáteční proud může být i větší



- **Klešťový ampérmetr**



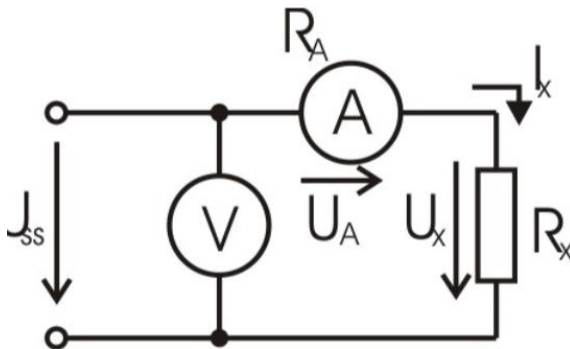
- Dá se použít jen při větších proudech

- **Volba rozsahu u voltmetrů i ampérmetrů**

- **Pokud neznáme přibližnou velikost měřené veličiny, je vhodné začít u největšího rozsahu a postupně rozsah snižovat, dokud**
 - **Ručička není ve druhé polovině (ideálně v poslední třetině) stupnice** nebo
 - **Číslo na displeji nevyužívá všechna místa na displeji.**
- Pozor na **překročení rozsahu, může dojít k poškození přístroje.**
- **Některé moderní měřicí přístroje mají automatickou volbu rozsahu**

- **Měření odporů**

- „Ohmova“ metoda – využití Ohmova zákona. $R = \frac{U}{I}$

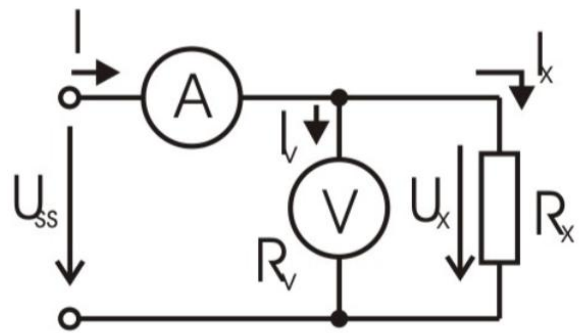


Zapojení vhodné pro měření velkých odporů.

Voltmetr měří součet napětí UA a UX!

Pro velké odpory je $U_A \ll U_X$,

takže UA lze zanedbat



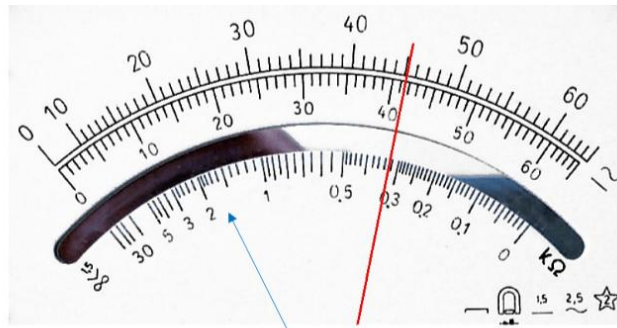
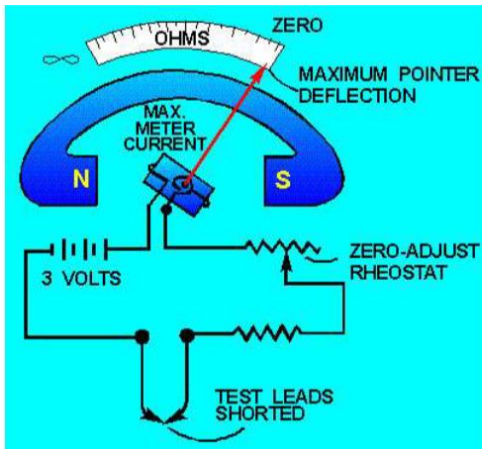
Zapojení vhodné pro měření malých odporů.

Ampérmetr měří součet proudů IV a IX!

Pro malé odpory je $I_V \ll I_X$,

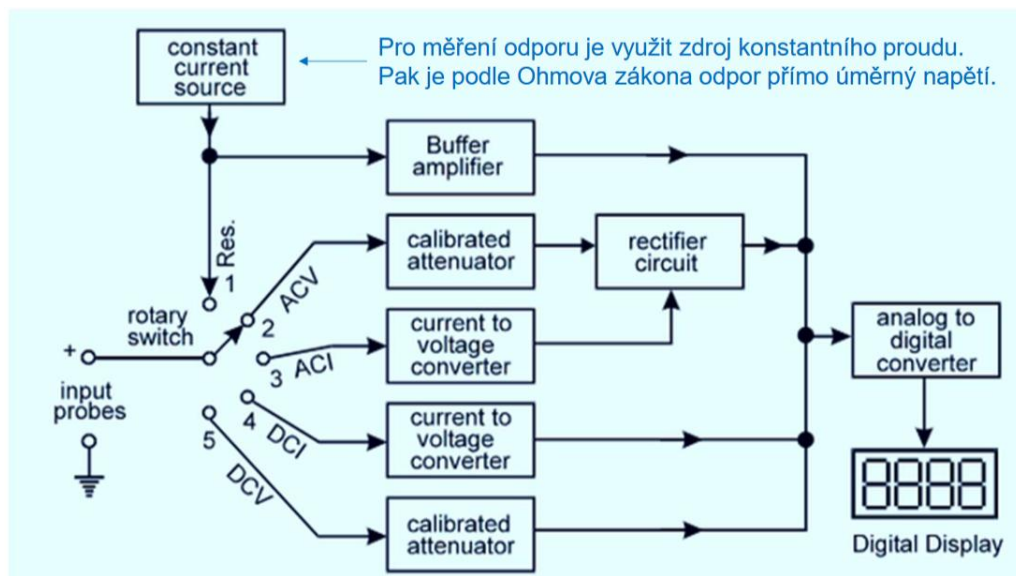
takže IV lze zanedbat

- Přímá metoda



Stupnice přístroje se oceňuje přímo v Ω

- Nepřímá metoda – Číslicový multimetr



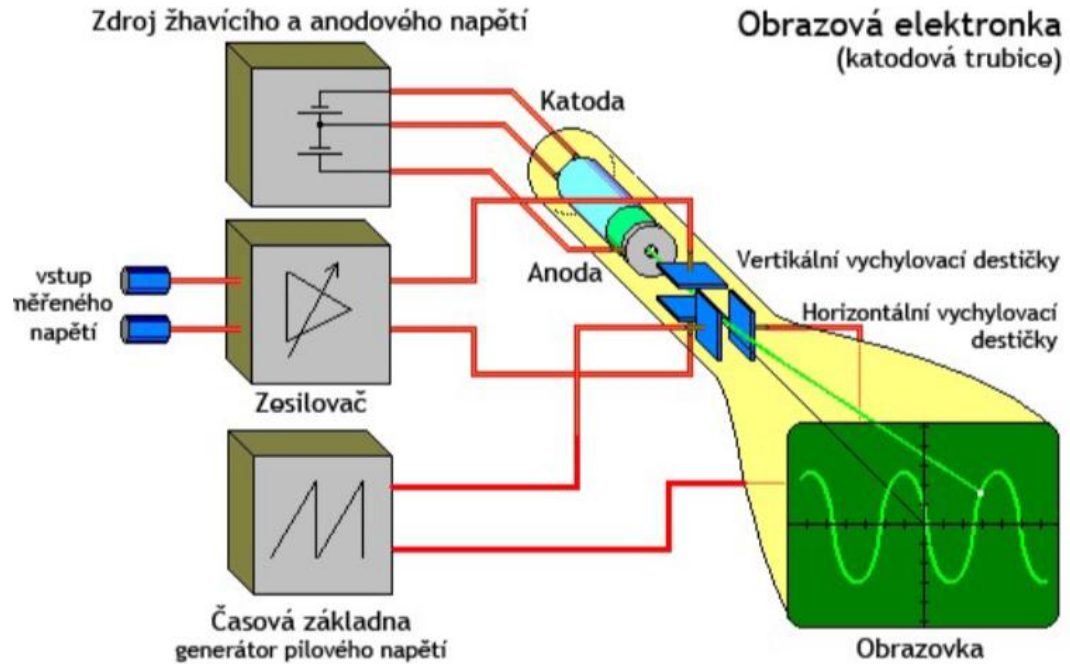
- Osciloskop

- Přístroj pro zobrazení napětí
 - V závislosti na čase
 - V závislosti na jiném napětí
- K čemu se dá využít:
 - Typicky k analýze časového průběhu napětí
 - (či jiné veličiny, kterou lze převést na napětí)
 - Na svislé (napěťové) ose můžeme odečítat:
 - velikost napětí, špiček (maxima, minima), rozdílů napětí, stejnosměrné složky, ...
 - Na vodorovné (časové) ose můžeme odečítat:
 - periodu, frekvenci, dobu náběhu/poklesu, šířku pulsu,
 - fázový posuv (mezi dvěma průběhy napětí) u vícekanálových osciloskopů.
 - V tzv. režimu x-y pak třeba charakteristiky elektronických prvků.



○ **Základní princip (aspoň rámcově znát)**

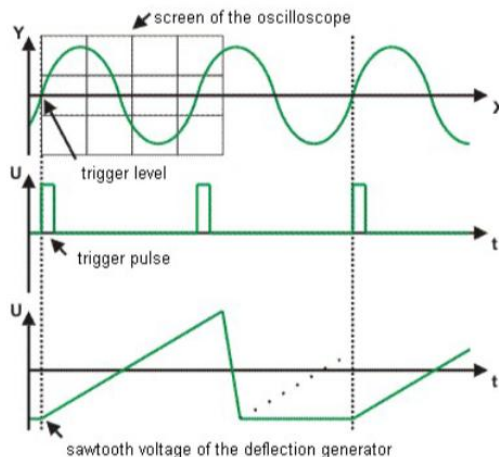
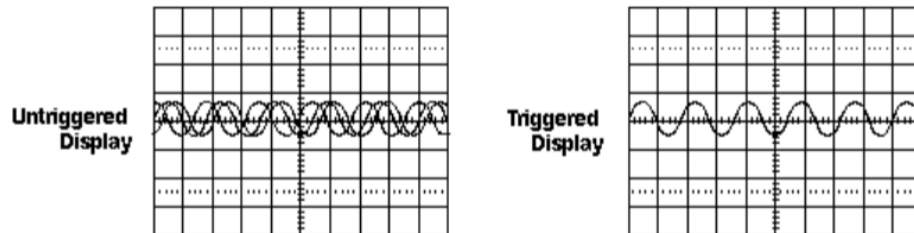
- Na obrazovce se kreslí čára. Pohyb zleva doprava je zpravidla plynulý (odpovídá plynutí času), vychýlení nahoru či dolů je ovlivněno okamžitou hodnotou napětí.



- I když moderní digitální osciloskop je vlastně počítač, simuluje chování starého analogového osciloskopu, čemuž také odpovídá panel a ovládací prvky. Proto je dobré princip znát, jinak nebudete vědět, co nastavujete

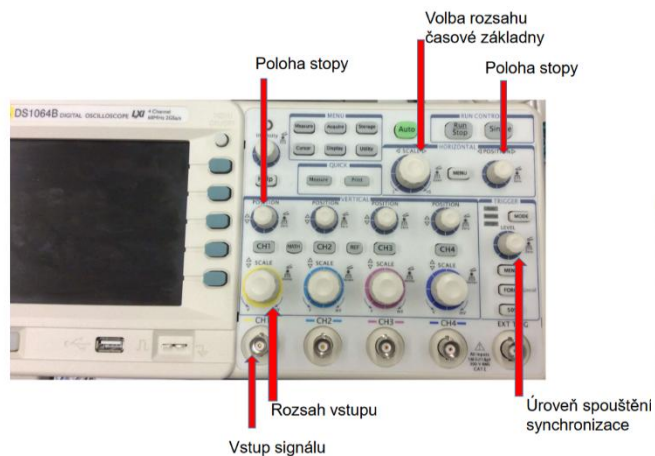
○ **Synchronizace zobrazení**

- (Aby každé zobrazení signálu začínalo ve stejný okamžik.)



- Určuje se úroveň napětí na vstupu, při jejímž dosažení se začne zobrazovat průběh.
- To je tzv. úroveň spouštění, angl. Trigger Level.
- **Důsledek: neperiodické signály nelze s běžícím osciloskopem zobrazovat**

Co ještě umí digitální osciloskop?



Pokročilé volby zobrazení a analýzy:

- měření zákl. parametrů signálu
- zobrazení kurzoru pro snadný odečet
- uložení snímaných průběhů

Automatická volba rozsahů (V i H)

Spustit/zastavit zobrazení:

- „zamrznutí“ stopy
- jednorázový odchyt impulsu



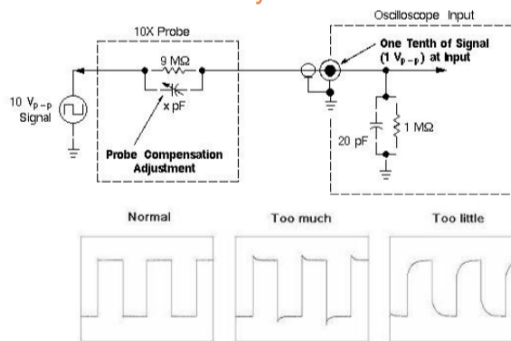
○ Sonda osciloskopu

Pozor na přenos sondy:

- typicky 1:1, ale může být třeba 1:10 či více (někdy lze volit přepínačem).



Kalibrace sondy:



Zemnicí krokodýlek:

- měříme napětí, potřebujeme druhý bod!
- bývá spojen s kostrou, což může být zdrojem problémů:
 - napětí na různých kanálech měříme vždy proti jedné zemi, jinak zkrat přes kostru,
 - je-li zem měřeného obvodu na jiném potenciálu než kostra osciloskopu (typicky uzemněná přes zásuvku a spojená s nulovým vodičem sítě!), opět hrozí zkrat.

- Jestli chceme měřit napětí vůči nějakému jinému napětí – požit 2 sondy