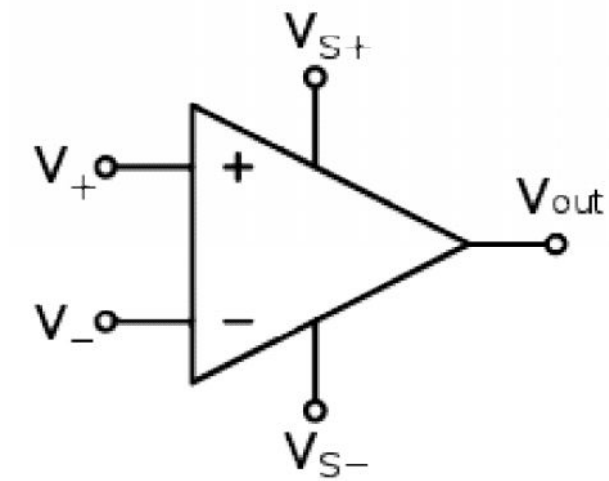


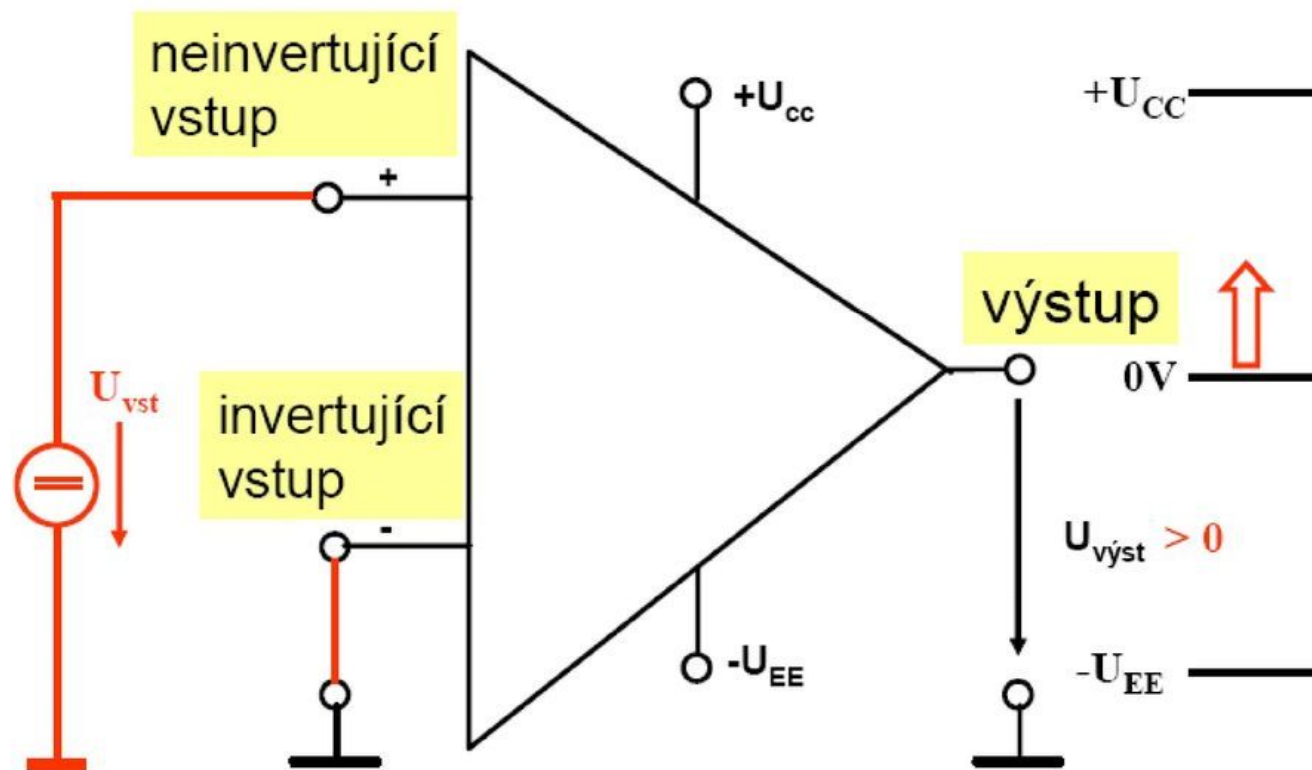
# Operační zesilovače



# Jak to vypadá



## Operační zesilovač



Změna napětí na neinvertním vstupu způsobí změnu  $U_{výst}$  v totožném smyslu.

# Trochu historicky

## Operační zesilovače

1943 →  
koncept OZ  
s elektronkami

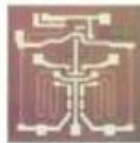


Philbrick Research

1952

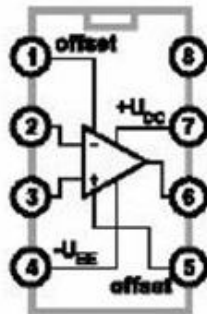


Bob Widlar



μA702

1963



μA709 μA741



1980

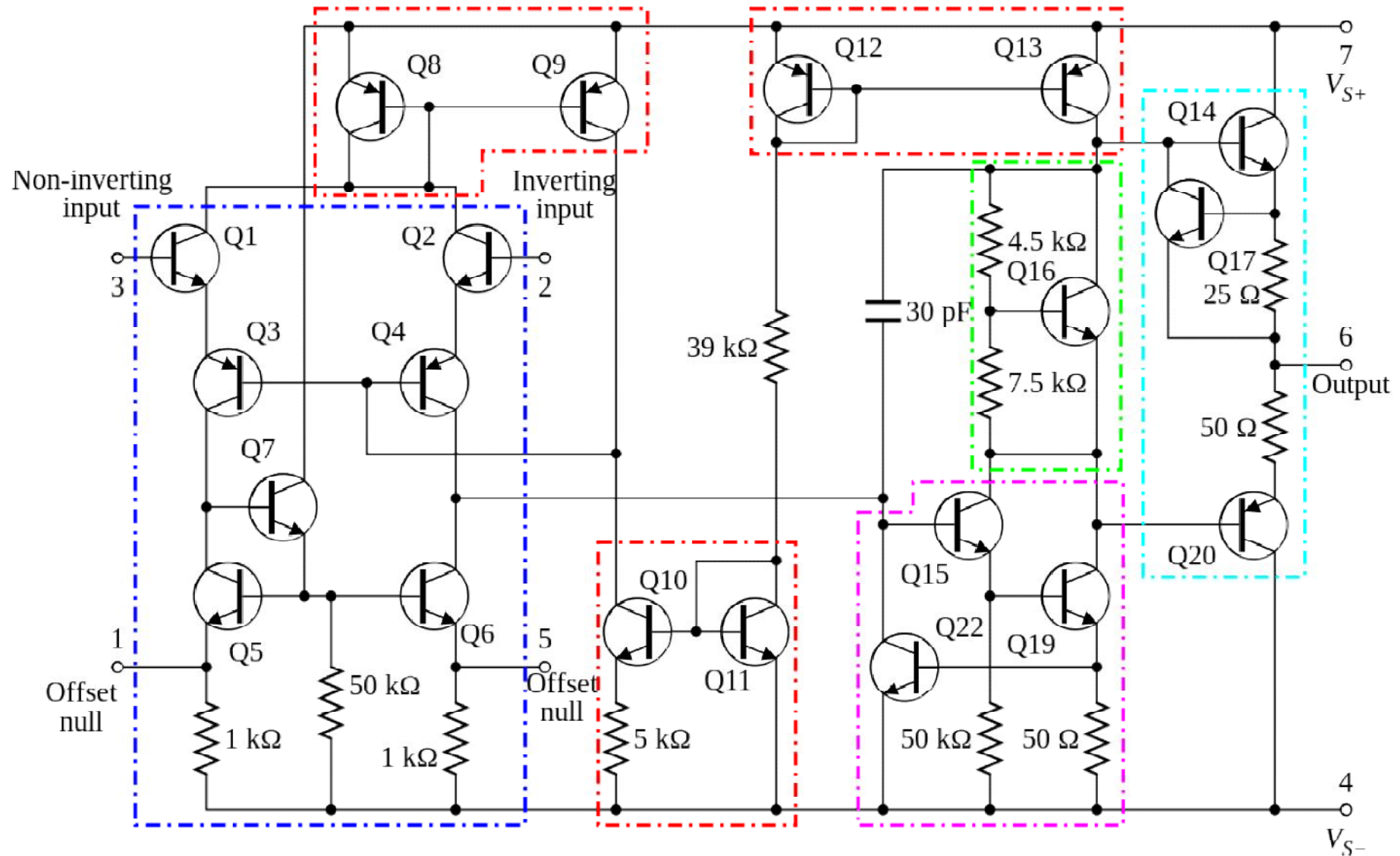


1990

100V - 100W DMOS AUDIO AMPLIFIER  
Wideband Video Op Amp

2005

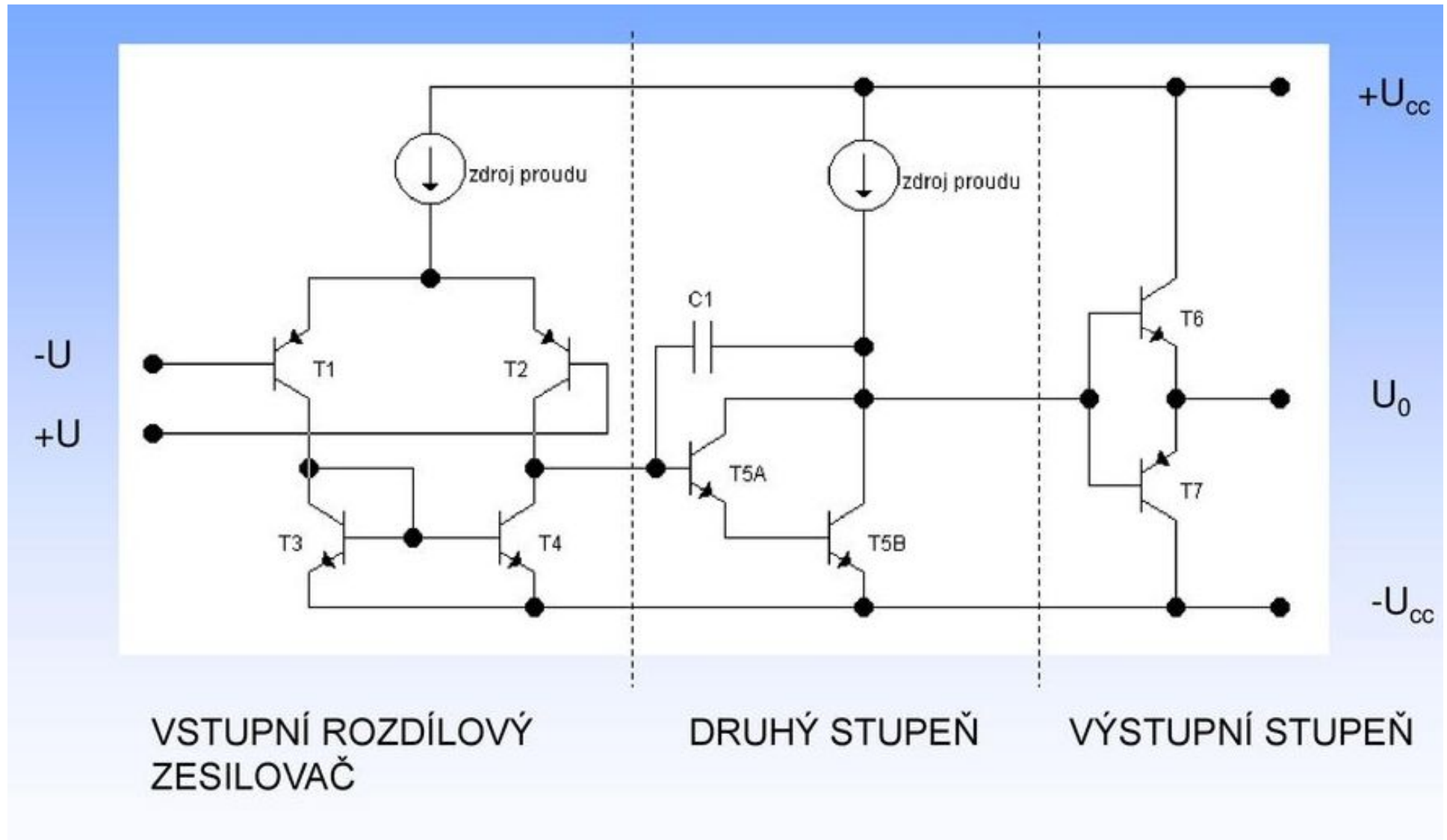
# Proč to integrujeme do jednoho pouzdra?



# Operační zesilovač

- Jeden z nejčastěji používaných prvků
- Operační – „umí“ matematické operace =>
- Základní prvek pro zpracování analogového signálu (součet, rozdíl, negace, integrace, derivace, generování signálu, ...)
- V zásadě ekvivalent mikroprocesoru pro analog
- Původně určen (nejen) pro analogové počítače

# Blokové schéma OZ



# Rozdělení OZ

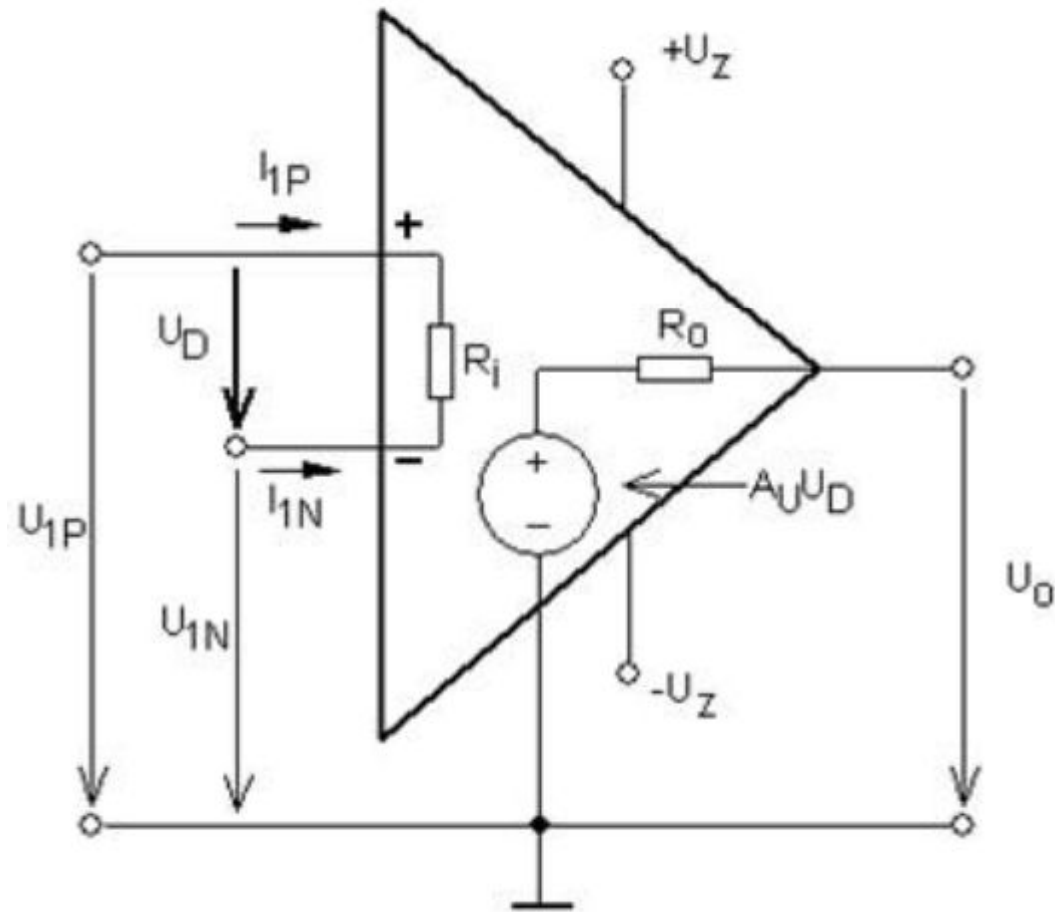
- Univerzální
  - Pro běžné použití
- Přístrojové
  - Pro měření malých napětí (velké zesílení malé zb. nap.)
- Širokopásmové a rychlé
  - Pro vysoké frekvence 20 – 700 MHz
- Pro velká výstupní napětí
  - Stovky voltů
- Speciální
  - Speciální aplikace většinou s malou spotřebou

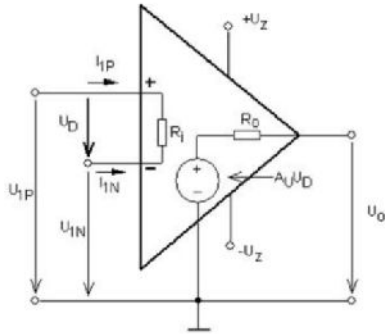


# Rozdělení OZ

- Podle technologie
  - Bipolární
  - Unipolární
- Podle napájení
  - Symetrické
  - Nesymetrické (zřídka)
- Jistě i další

# Náhradní schéma

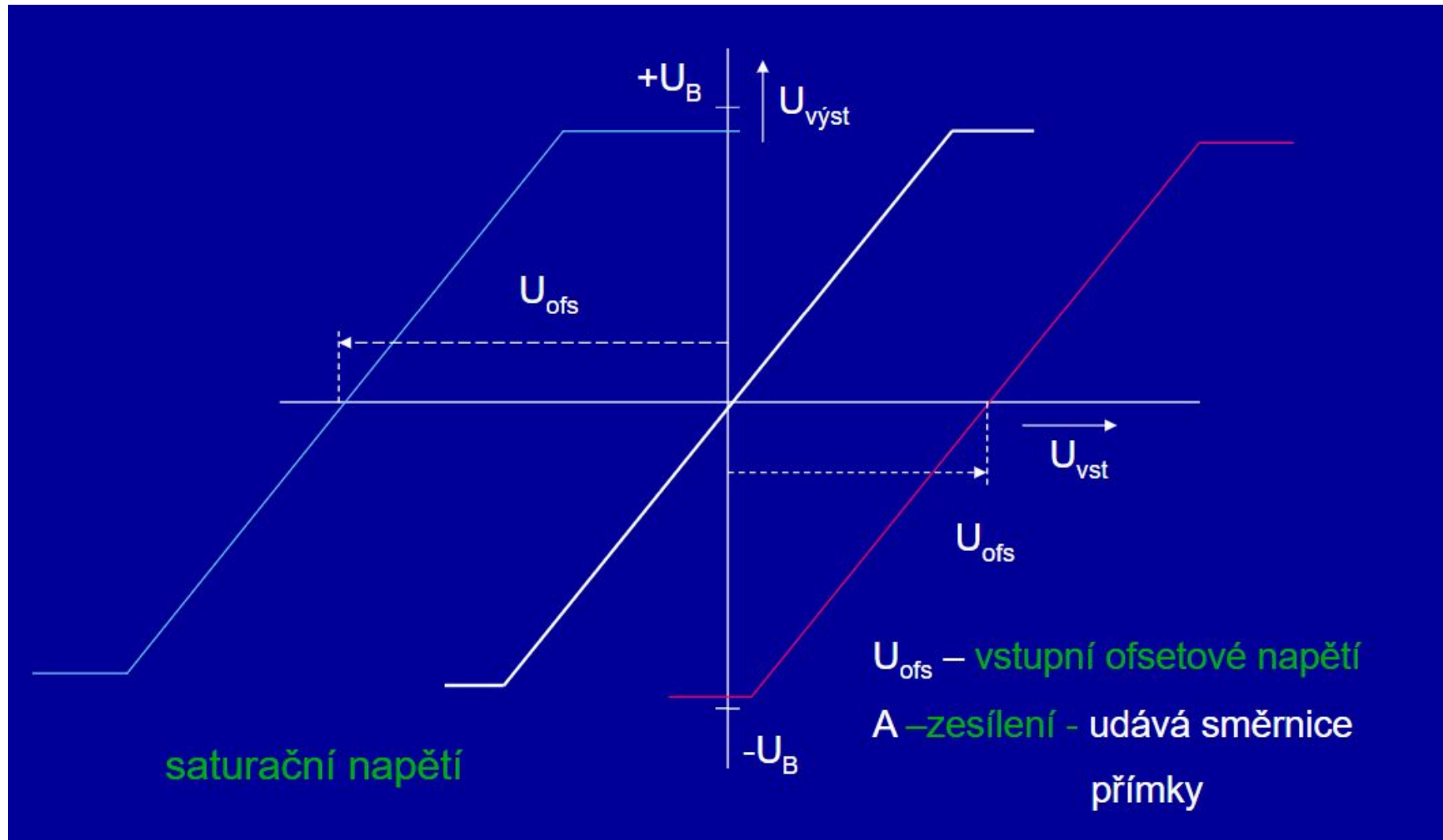




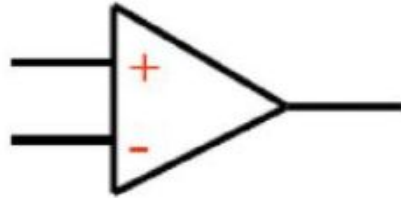
# Ideální/reálný OU

parametr	ideální OZ	reálný OZ
zesílení bez zpětné vazby $A_0 = \frac{U_{out}}{U_D}$	$A_0 = \infty$	$A_0 = 20 \cdot 10^3 \dots 100 \cdot 10^3$
vstupní odpor $r_{in} = \frac{\Delta U_D}{\Delta I_{in}}$	$r_{in} = \infty \Omega$	$r_{in} = 10^5 \dots 10^{15} \Omega$
výstupní odpor $r_{out} = \frac{\Delta U_D}{\Delta I_{out}}$	$r_{out} = 0 \Omega$	$r_{out} = 30 \Omega \dots 1 \text{ k}\Omega$
teplotní závislost $\Delta U = f(\vartheta)$	neexistuje	zanedbatelná v rozsahu -50...+75 °C
šířka přenášeného pásma	$B = \infty \text{ Hz}$	závisí na A, $10^4 \dots 10^7 \text{ Hz}$
rozkmit výstupního napětí $\Delta U = f(U_{in})$	$-\infty \dots +\infty \text{ V}$	$-U_{CC} \dots +U_{CC}$

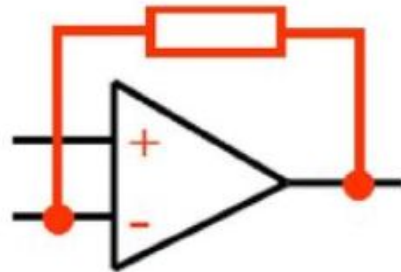
# Ideální převodní charakteristika rozdílového zesilovače



# Zpětná vazba

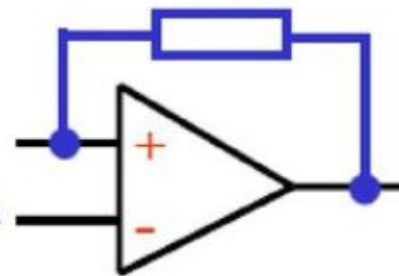


OZ bez zpětné vazby **Plné zesílení!!!**



**ZÁPORNÁ ZPĚTNÁ VAZBA**  
vede z výstupu do **invertujícího** vstupu

**KLADNÁ ZPĚTNÁ VAZBA**  
vede z výstupu do **neinvertujícího** vstupu



**ZÁPORNÁ A KLADNÁ ZPĚTNÁ VAZBA**

