

Základy mobilních systémů a GSM

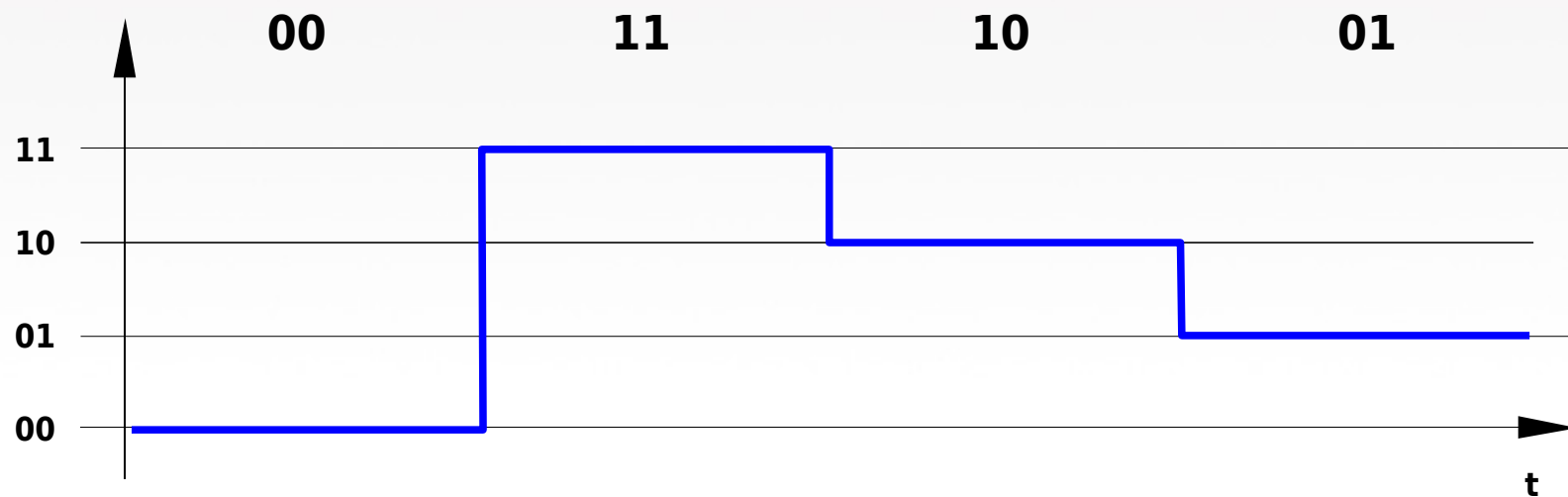


Lekce 3

GSM

VOŠ a SPŠE Olomouc
Ing. Jiří Burda
www.mobilnisystemy.cz

- linkový kód je způsob vyjádření digitálních dat (jedniček a nul) signálem vhodným pro přenos přenosovým kanálem:
 - optický kabel > optický signál (světlo)
 - metalický kabel > elektrický impuls vhodných parametrů:
 - 00 > 0V, 01 > 1V, 10 > 2V, 11 > 3V
 - rádiový přenos > vf radiový signál - **modulace**



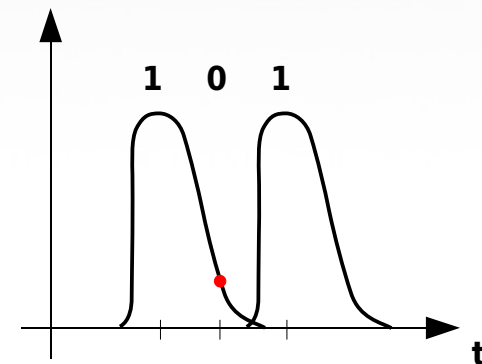
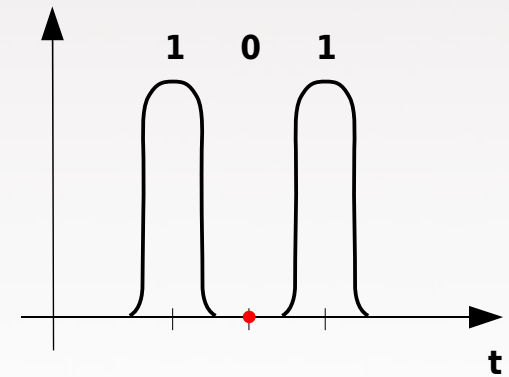
- je speciální varianta linkového kódu pro rádiový přenos
- frekvenčně posouvá vstupní signál na jiné kmitočty a tak umožňuje:
 - efektivní rádiový přenos – velikost antény $\sim \lambda$
 - sdílení spektra – každá komunikace má svoje pásmo
- přenosovým signálem je v tomto případě vf signál tzv. nosná (carrier):
 - $s(t)_c = A_c \cdot \sin(\omega_c \cdot t + \varphi_c)$
- je možné měnit:
 - amplitudu A_c – **amplitudová modulace AM** (Amplitude)
 - kmitočet f_c – **kmitočtová modulace FM** (Frequency)
 - fázi φ_c – **fázová modulace PM** (Phase)
 - kombinace předchozích – amplituda a fáze - QAM

- v digitálních systémech se používají digitální modulace
 - **shift keying** – klíčování posunem
 - amplitudy **ASK - amplitude**
 - frekvence **FSK – frequency**
 - fáze **PSK – phase**
 - amplitudy **QAM** – kombinace ASK a PSK
- jedná se v podstatě o analogové modulace, kde vstupním signálem jsou digitální data (jedničky a nuly) vyjádřená vhodným impulsem
- pro rádiový přenos se většinou **nepoužívá obdélníkový signál**, ale signály jiných tvarů
- **často** se jedná o **více-stavové** modulace

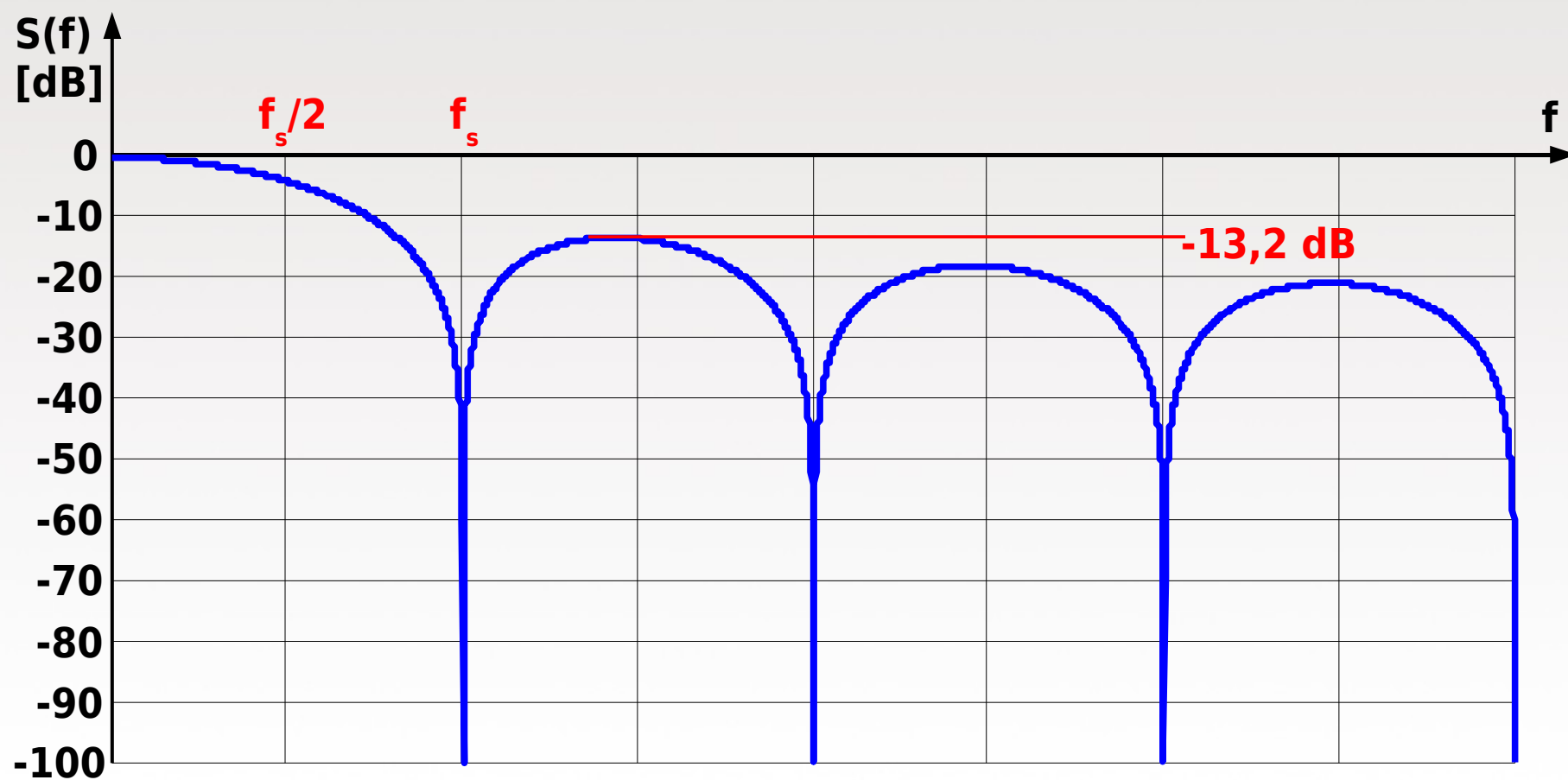
- **dvoustavová (binární):** jeden symbol odpovídá jednomu bitu, který nabývá 2 stavů, potřebujeme tedy dva stavy veličiny, kterou data vyjadřujeme např. 0V / 5V, 0,9kHz / 1,1kHz, 0° / 180°
- **vícestavová (M-stavová):** jeden symbol odpovídá skupině bitů (slovu) o délce k, která nabývá $M = 2^k$ hodnot a potřebujeme tedy více stavů veličiny např. pro $M = 4$: -3V / -1V / +1V / +3V, 0,8kHz / 0,9kHz / 1,0kHz / 1,1kHz, 0° / 90° / 180° / 270°
 - **symbolová rychlost** [baud] – počet symbolů za sekundu je kx menší než bitová rychlost
 - s počtem stavů se zužuje spektrum
 - s počtem stavů se komplikuje detekce
 - s počtem stavů je modulace náchylnější na cizí vlivy (rušení, šum, ...)

Modulační impuls

- tvar modulační digitální impulsu je potřeba volit z ohledem na:
 - synchronizaci – dlouhé sekvence jedniček a nul
 - mezisymbolové interference (ISI)
 - použitelné spektrum - úzké s rychlým poklesem
- **obdélník:**
 - perfektní časový průběh z hlediska ISI
 - nejhorší spektrum => **nepoužitelný**
- **raised-cosine:**
 - nulové ISI, výborné spektrum
 - ASK, PSK, QAM
- **gaussovsky filtrovaný obdélník:**
 - nenulové ISI, dobré spektrum
 - FSK

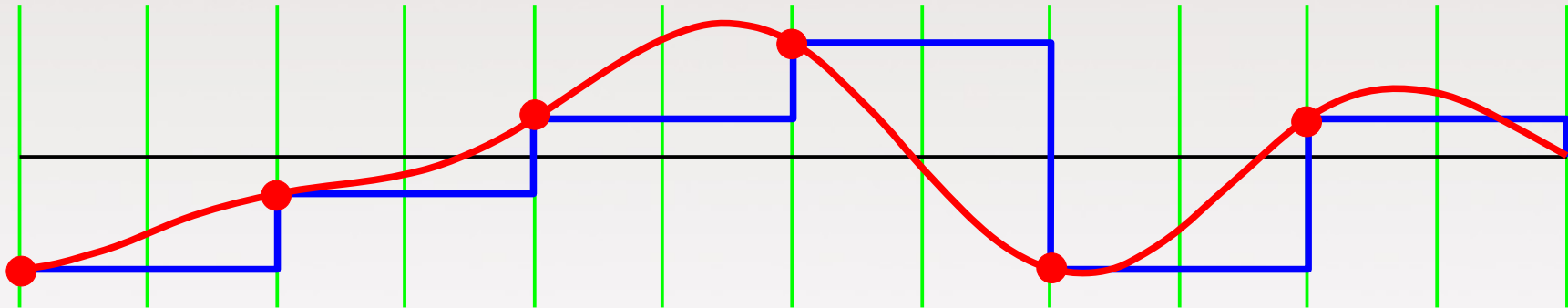


Spektrum obdélníku

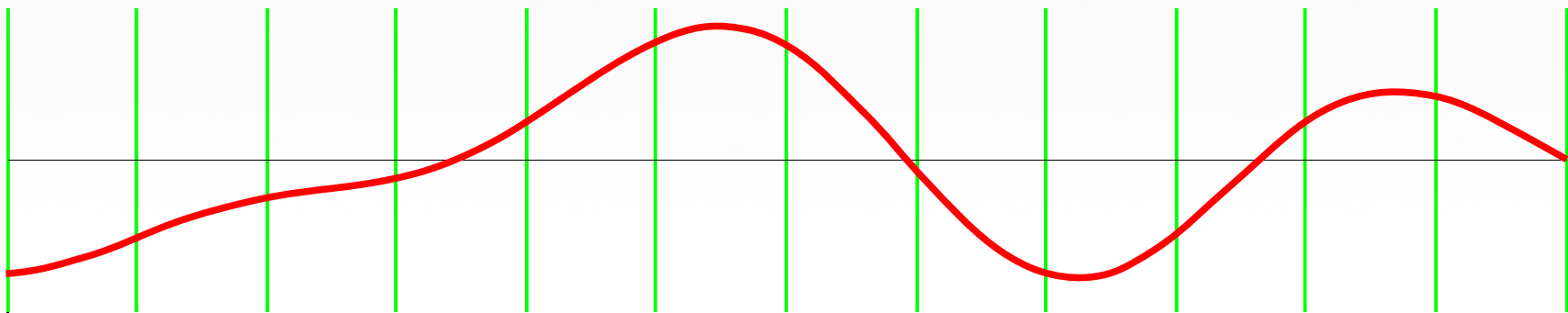


Porovnání časových průběhů

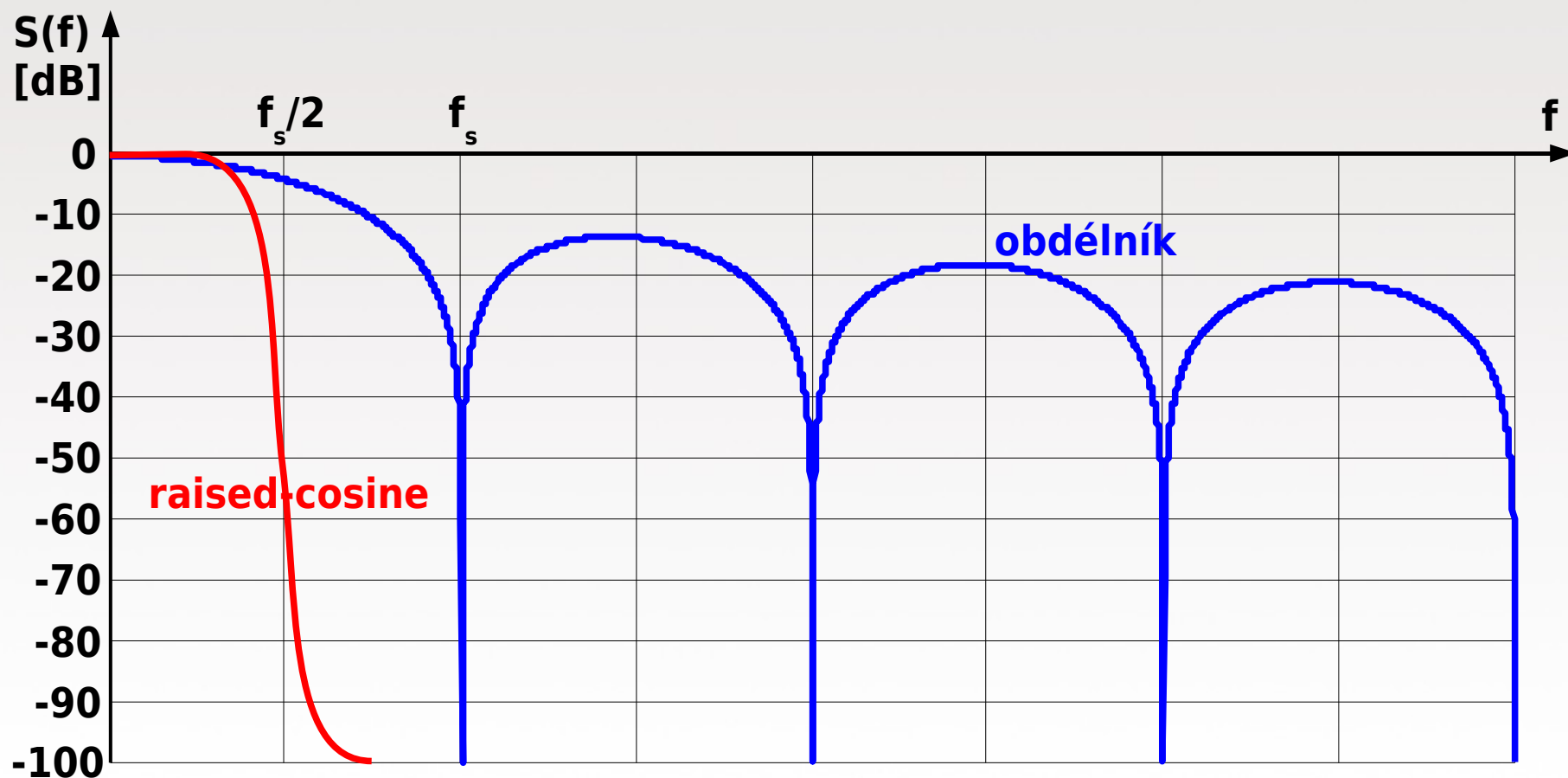
obdélníkový (00 01 10 11 00 10)



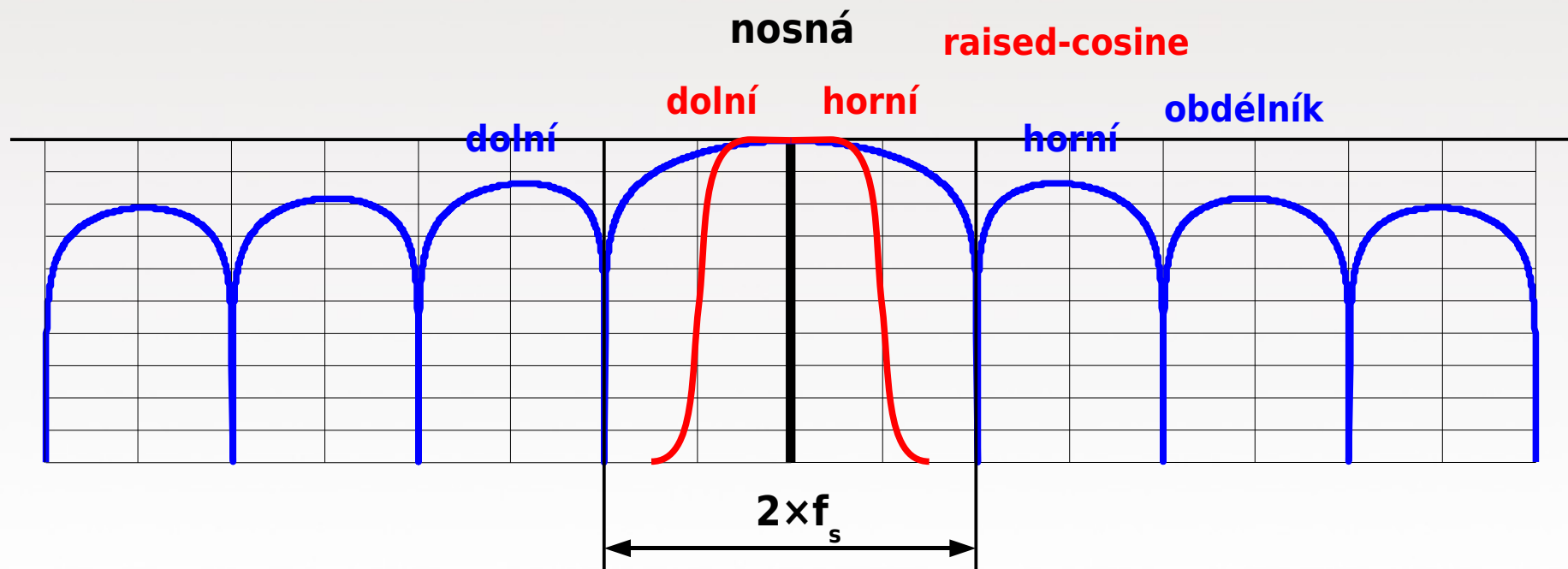
raised-cosine (00 01 10 11 00 10)



Porovnání spekter v baseband



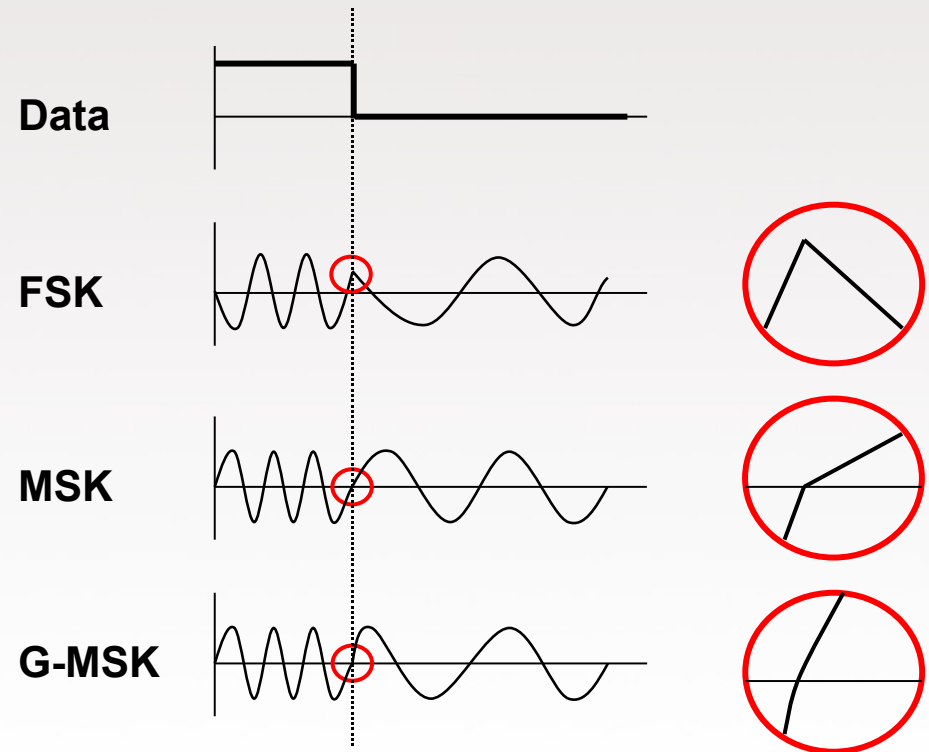
Porovnání spekter při modulaci



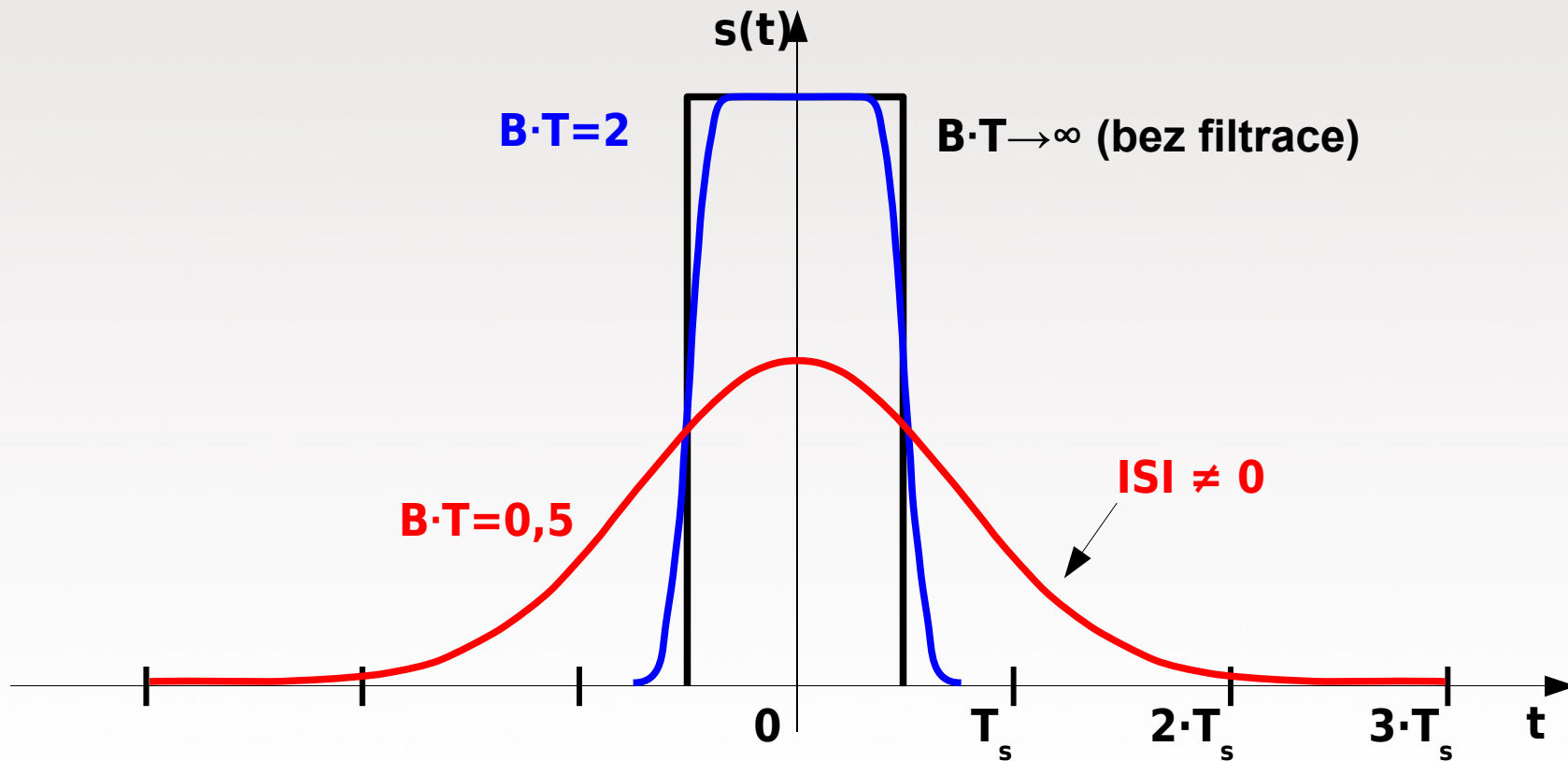
GMSK – modulace v systému GSM

Gaussian (pre)filtered Minimum Shift Keying, která vychází z FSK, ale snaží se redukovat šířku pásma:

- redukuje fázové skoky navazováním symbolů v nulách – MSK
- redukuje spektrum tak, že vstupní data procházejí dolní propustí s frekvenční charakteristikou ve tvaru Gaussovy křivky

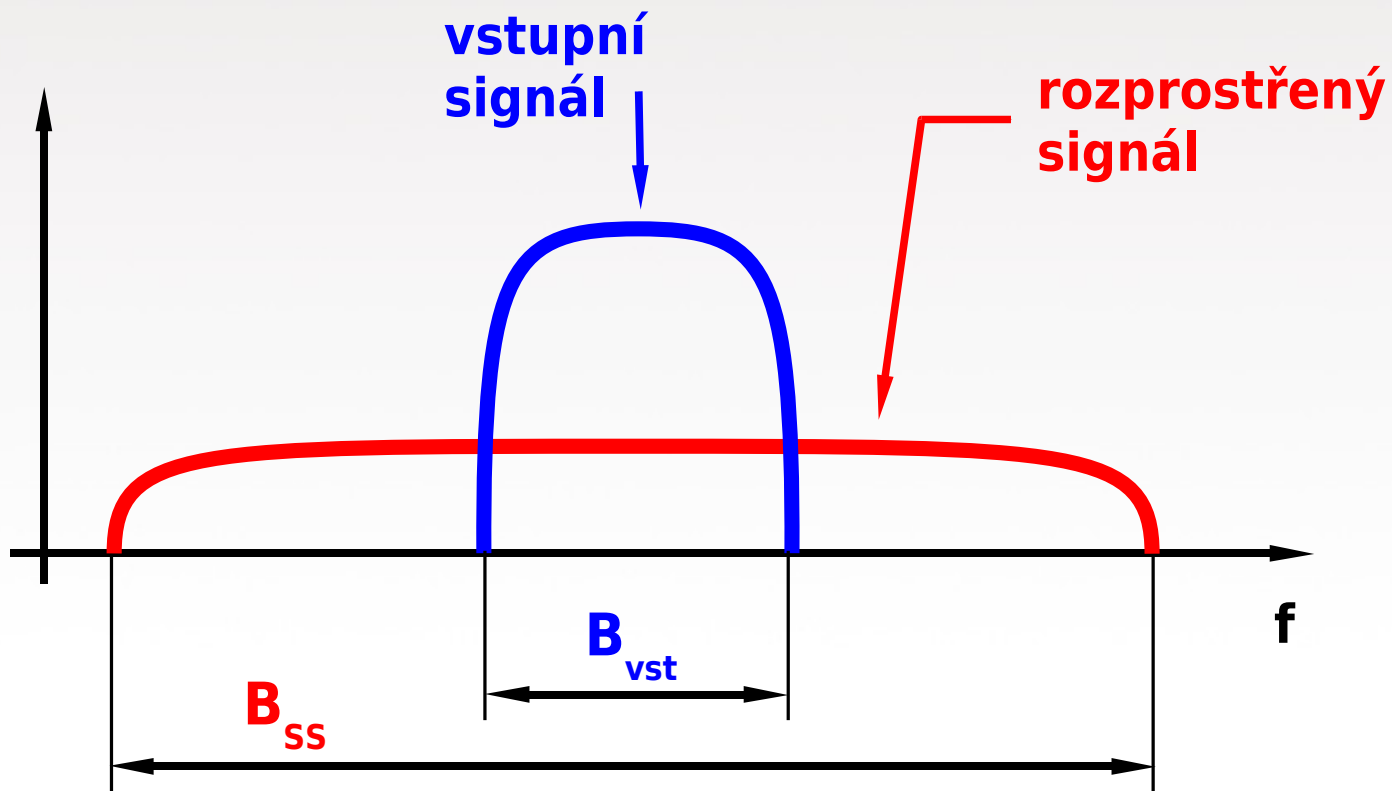


Impuls filtrovaný Gaussovým filtrem



Spread spektrum - princip

- ve vysílači je úzkopásmový vstupní signál rozprostřen
- přenáší se širokopásmový rozprostřený signál
- v přijímači se širokopásmový převede zpět na úzkopásmový



Spread spektrum – potlačení rušení

- přenos je postihován:
 - šumem
 - rušením
- vstupní filtr přijímače propouští:
 - **celý** obnovený úzkopásmový signál
 - **část** rušení (bylo převedeno na širokopásmové)
 - **část** šumu

$$G_P = \frac{P_{vst}}{P_{SS}} = \frac{B_{SS}}{B_{vst}}$$

