

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta elektrotechnická

ÚLOHA E

Měření vlastností datového kanálu

Vypracoval: Jan HLÍDEK

V rámci předmětu: Základy datové komunikace (X32ZDK)

Měřeno: 14. 4. 2008

Cvičení: pondělí od 12:45 do 14:15

1. ZADÁNÍ

- a) Pomocí generátoru Agilent 33220A generujte signál modulovaný pomocí amplitudové modulace AM a pulsně šířkové modulace PWM.
 - a. nakreslete průběh AM signálu modulovaného s hloubkou modulace 10, 80 a 100%
 - b. nakreslete průběh signálu, který je modulován pomocí PWM pro hodnoty útlumu nastavené na pracovišti pro měření opakovačů $A = 4, 22$ a 40 dB
- b) Sestavte pracoviště pro měření chybovosti datového kanálu. Změřte chybovost datového kanálu (představovaného Pracovištěm pro měření opakovačů) v závislosti na odstupu signálu od šumu tohoto kanálu.
 - a. nakreslete graf závislosti bitové chybovosti na odstupu signálu od šumu $BER = f(SNR)$, pro $SNR = (10-14)$ dB

2. SCHÉMA ZAPOJENÍ



Obr. 1 Pracoviště pro generování a zobrazení modulačních metod AM, PWM

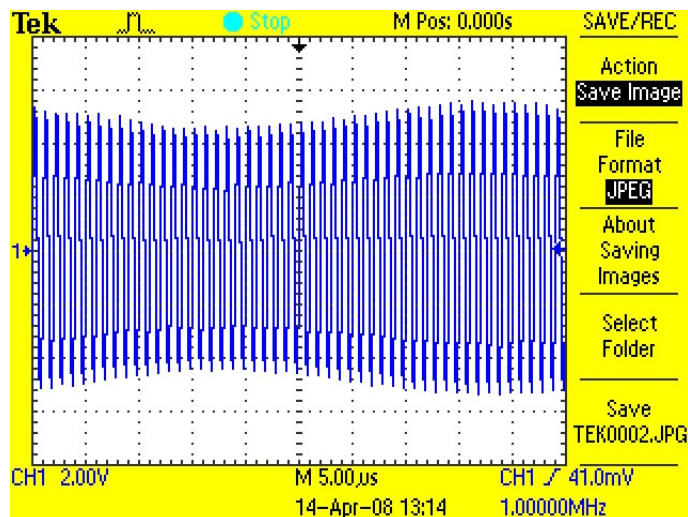


Obr. 2 Pracoviště pro měření BER v závislosti na SNR

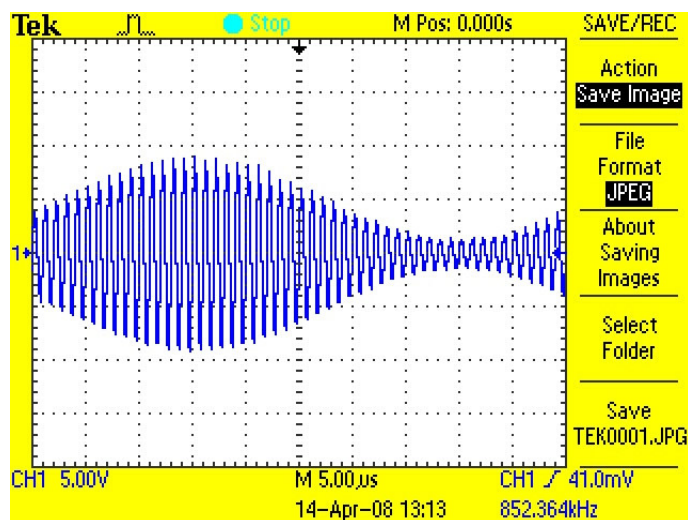
3. NAMĚŘENÉ HODNOTY

Modulace AM

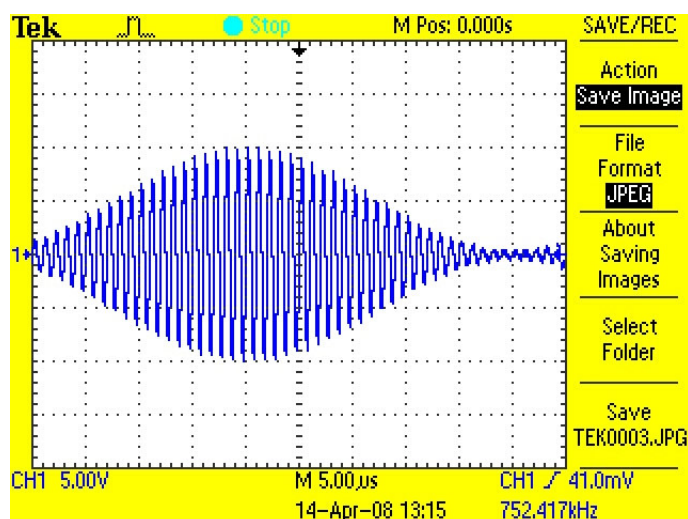
Názorně jsme si zobrazili průběhy na osciloskopu pro různé úrovně hloubky modulace. Daným parametrům odpovídají obrázky níže.



Obr. 3 Sinusový signál modulovaný s hloubkou modulace 10%



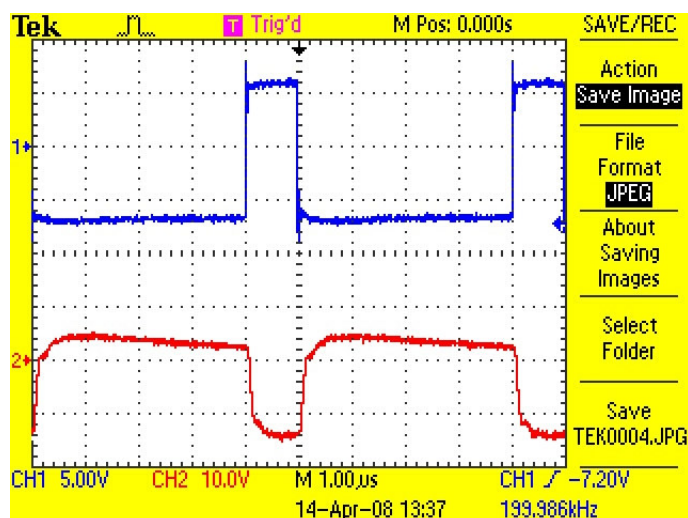
Obr. 4 Sinusový signál modulovaný s hloubkou modulace 80%



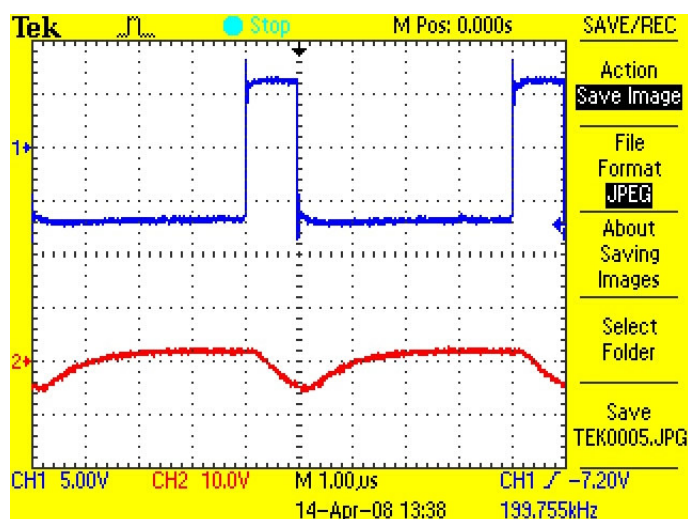
Obr. 5 Sinusový signál modulovaný s hloubkou modulace 100%

PWM modulace

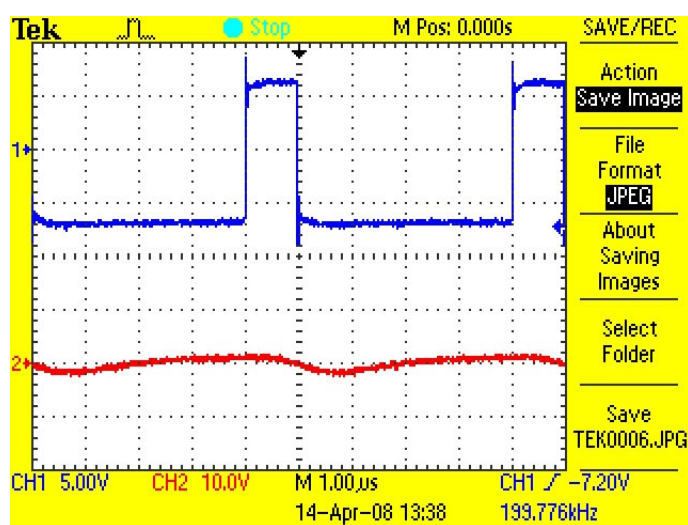
Modulace je často označována jako tzv. PŠM, tedy pulzně šířková modulace. Především nás zde při průchodu této modulace vedením zajímá výsledný tvar pulzů za opakovačem. Proto (stejně jako i v dalším případě měření závislosti BER) použijeme pracoviště pro měření opakovačů a simulujeme tak snižování odstupe signálu k šumu, ke kterému běžně dochází na vedení. Následující obrázky znázorňují průběhy pro různé hodnoty útlumu. Horní průběh vždy ukazuje generovaný signál a dolní vzniká díky danému útlumu umělého vedení A.



Obr. 6 PWM modulovaný signál pro A = 4 dB



Obr. 7 PWM modulovaný signál pro A = 22 dB



Obr. 8 PWM modulovaný signál pro A = 40 dB

Měření chybovosti datového kanálu v závislosti na odstupu signálu od šumu

Závislost je vynesena v grafu přidaném formou přílohy. Naměřené hodnoty vyjadřuje následující tabulka:

| SNR [dB] | 10 | 10,5 | 11 | 11,5 | 12 | 12,5 | 13 | 13,5 | 14 |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| BER | 1,61E-02 | 9,78E-03 | 5,35E-03 | 2,74E-03 | 1,53E-03 | 6,06E-04 | 1,85E-04 | 4,26E-05 | 7,92E-06 |

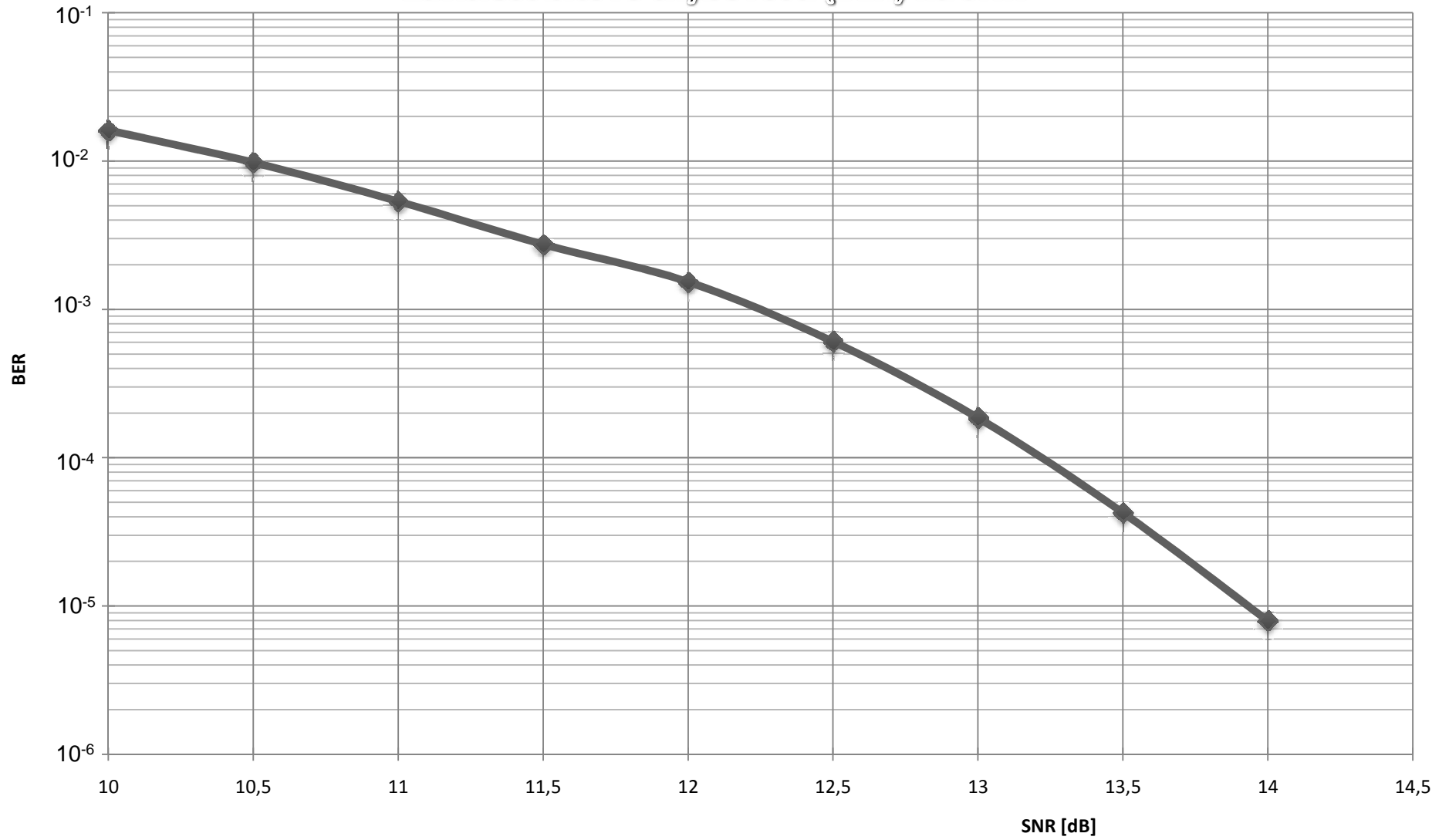
4. ZÁVĚR

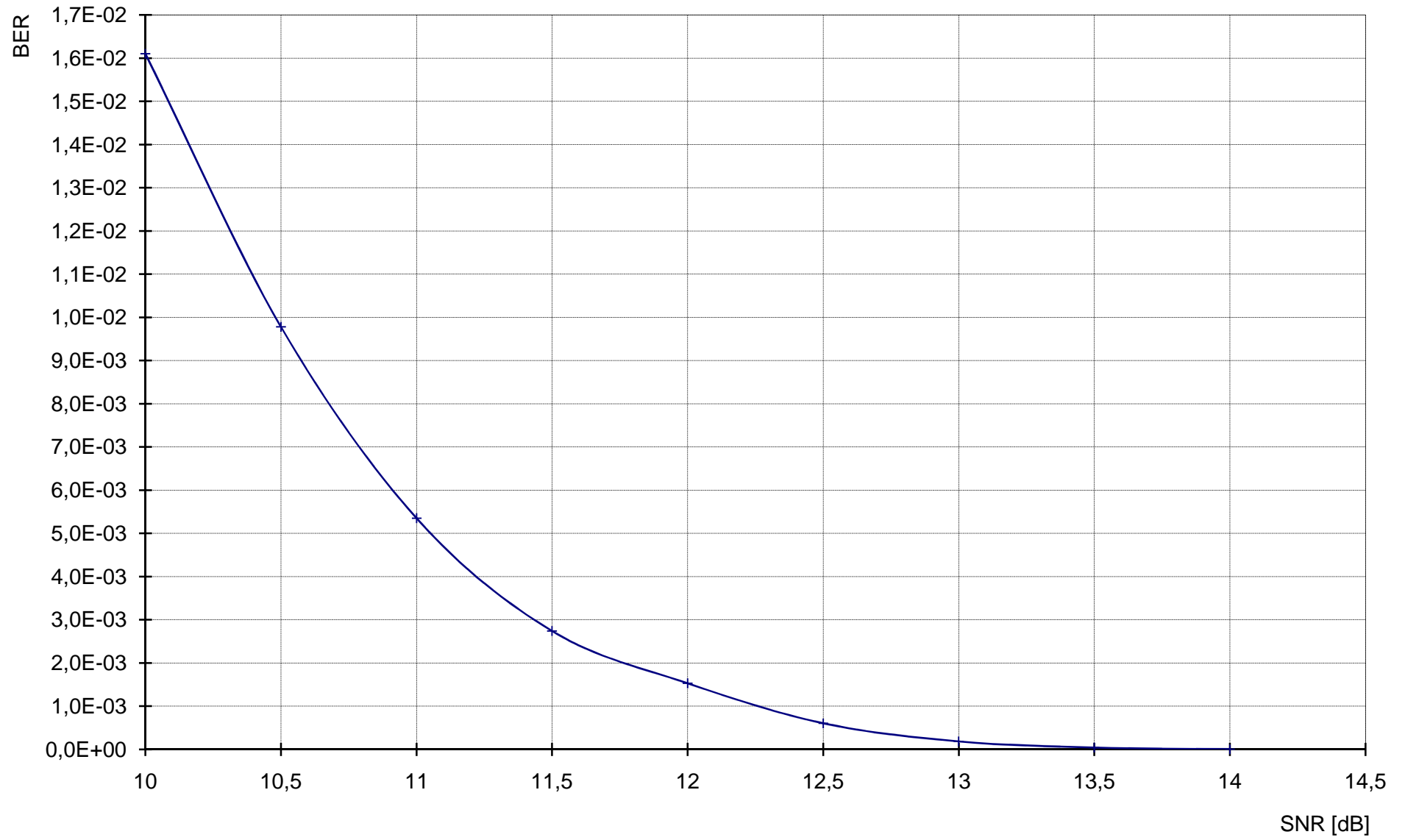
V úloze jsme si pěkně cvičně zopakovali, jak se zobrazí amplitudová modulace. Hlavním osvěžením paměti bylo nastavení jejího generování generátorem. Naměřené charakteristiky na osciloskopu věrně ukazují, že modulovaná vf. vlna je ovlivňována tím více, čím větší je hloubka modulace. Pro 100% hloubku již dochází i ke skoro úplnému utlumení v minimu moduluující (nf.) sinusovky.

Pro pulzně šířkovou modulaci je vidět, že pro nastavený útlum 40 dB již prakticky není možné rozlišit, že byl vyslán na vedení nějaký impuls. Pro 22 dB je to již obtížné.

Nejzajímavější na úloze bylo zjištění a ověření teoretických předpokladů souvislosti odstupů signálu od šumu (SNR) a bitové chybovosti (BER). Pro SNR okolo 12 dB již hodnota chybovosti překračuje „magickou“ hranici 10^{-3} , což znamená začátek tzv. nepoužitelné doby. Pro SNR menší než 12,5 dB již prakticky nelze daný datový kanál použít pro přenos.

Závislost bitové chybovosti (BER) na SNR





| | | | | | | | |
|-----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| SNR [dB] | 10 | 10,5 | 11 | 11,5 | 12 | 12,5 | 13 |
| BER | 1,61E-02 | 9,78E-03 | 5,35E-03 | 2,74E-03 | 1,53E-03 | 6,06E-04 | 1,85E-04 |

| | |
|----------|----------|
| 13,5 | 14 |
| 4,26E-05 | 7,92E-06 |