

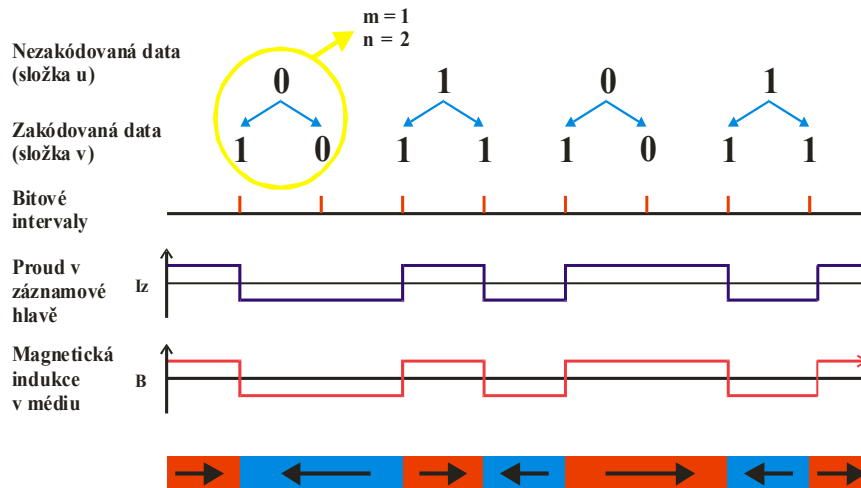


## Důvod kódování

1. Synchronizace snímací elektroniky při čtení dat.
2. Dosažení vyšší hustoty záznamu při zachování délky bitového intervalu.

## Princip kódování a záznamu dat

- Kódováním se převádí vstupní složka  $u$  o délce  $m$  bitů na složku  $v$  o délce  $n$  bitů.
- Jednotlivé bity složky  $v$  se zapisují na médium v bitových intervalech stejné délky.
  - Bit s hodnotou 0 se zapisuje konstantním záznamovým proudem.
  - Bit s hodnotou 1 se zapisuje reverzací záznamového proudu.



3

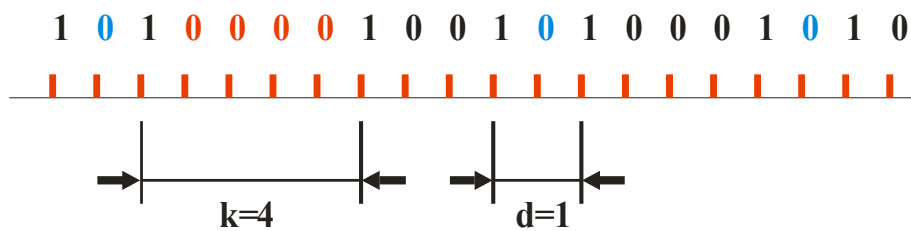
## Základní vlastnosti kódů

$d$  – minimální počet 0 mezi dvěma 1

- Má vliv na účinnost kódu.

$k$  – maximální počet 0 mezi dvěma 1

- Má vliv na synchronizační vlastnosti.

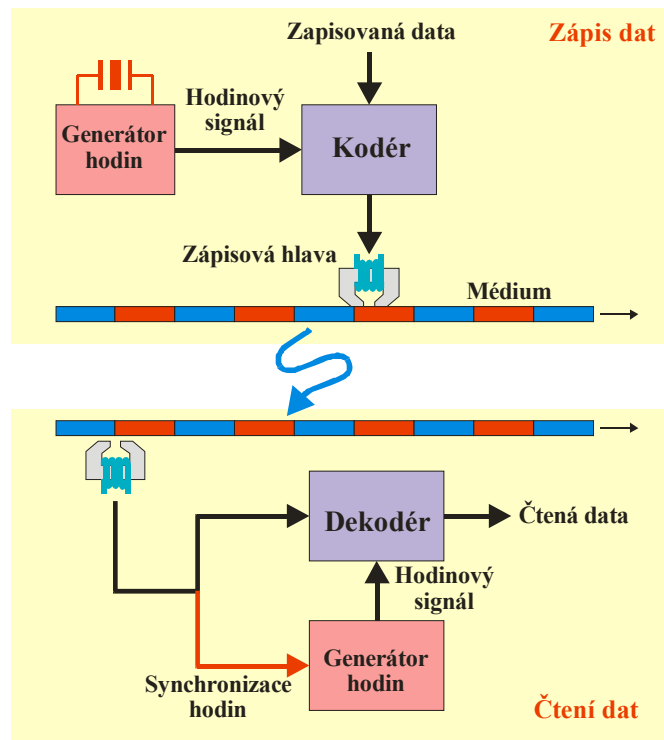


Účinnost kódu  $\eta = \frac{m}{n} \cdot (d + 1)$

4

## Synchronizace při zápisu a čtení (1)

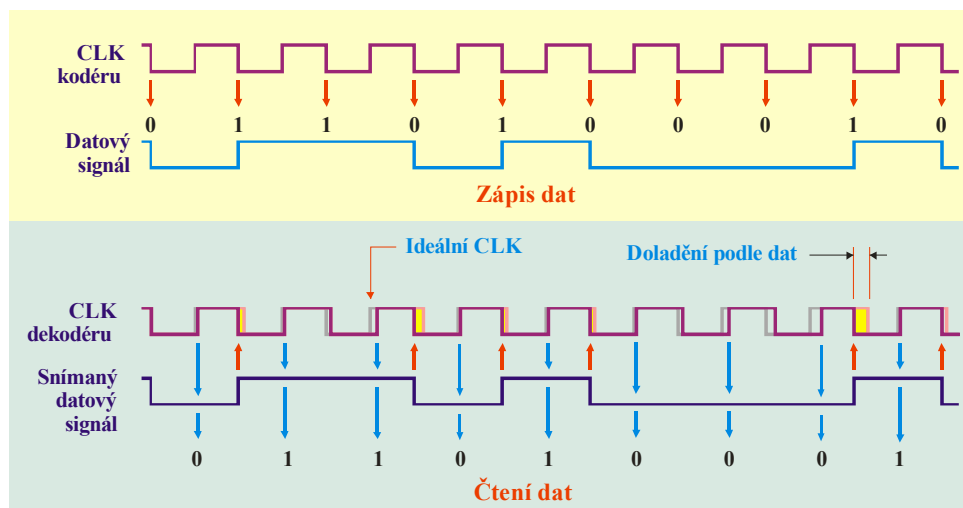
- Zápis:
  - Časování kodéru je řízeno nezávislým generátorem hodin.
- Čtení:
  - Časování dekodéru je řízeno generátorem hodin.
  - Generátor hodin je synchronizován s daty na vstupu dekodéru.



5

## Synchronizace při zápisu a čtení (2)

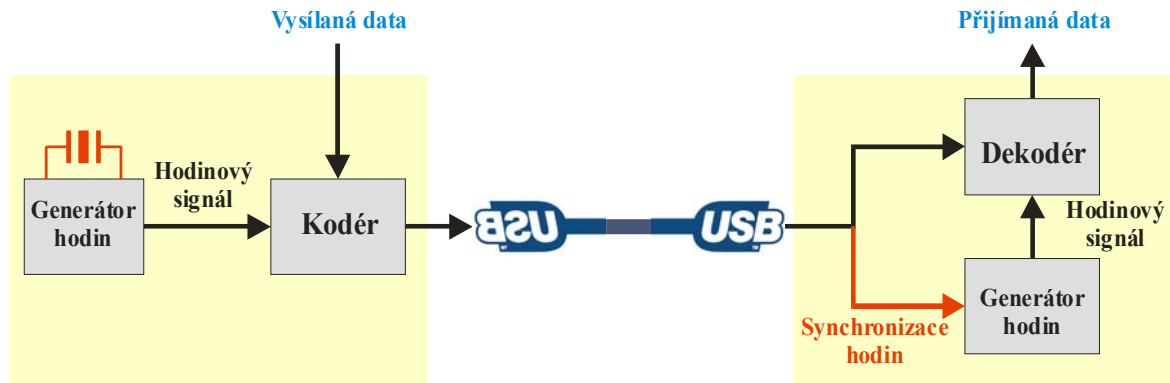
- Zápis:
  - Časování kodéru je řízeno nezávislým generátorem hodin.
- Čtení:
  - Časování dekodéru je řízeno generátorem hodin.
  - Generátor hodin je synchronizován s daty na vstupu dekodéru.



6

# Podobné situace

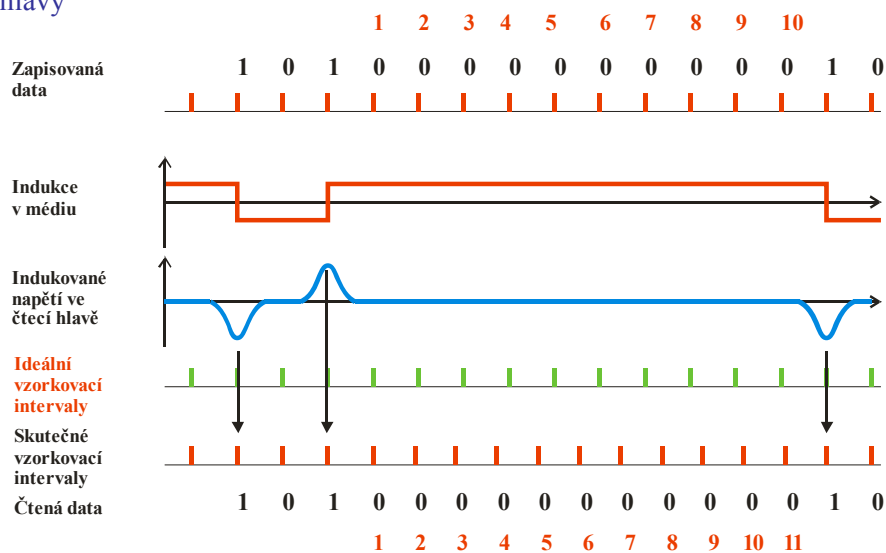
- Přenos dat sériovým rozhraním



7

# Synchronizační vlastnosti kódu

- Délka bitových intervalů při záznamu dat je určována hodinovým signálem zapisové elektroniky.
- Délka bitových intervalů při čtení je určována hodinovým signálem dekodéru.
- Hodinový signál dekodéru je synchronizován s daty pomocí signálu ze snímací hlavy



8

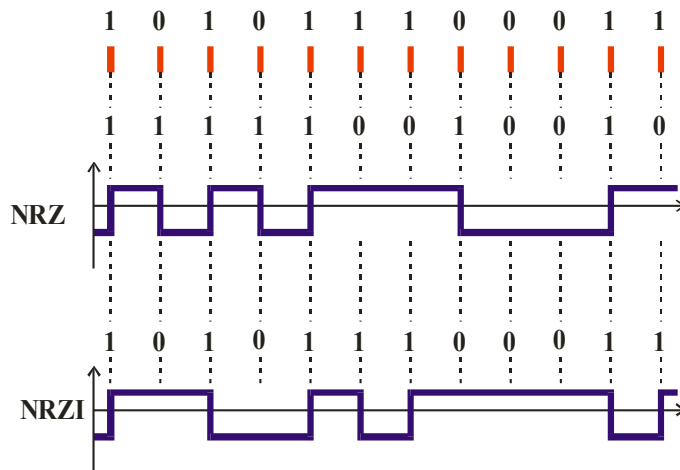
## Kódy NRZ a NRZI

$U_{i-1}$	$U_i$	$V_i$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Kódovací tabulka pro NRZ

$U_i$	$V_i$
0	0
1	1

Kódovací tabulka pro NRZI



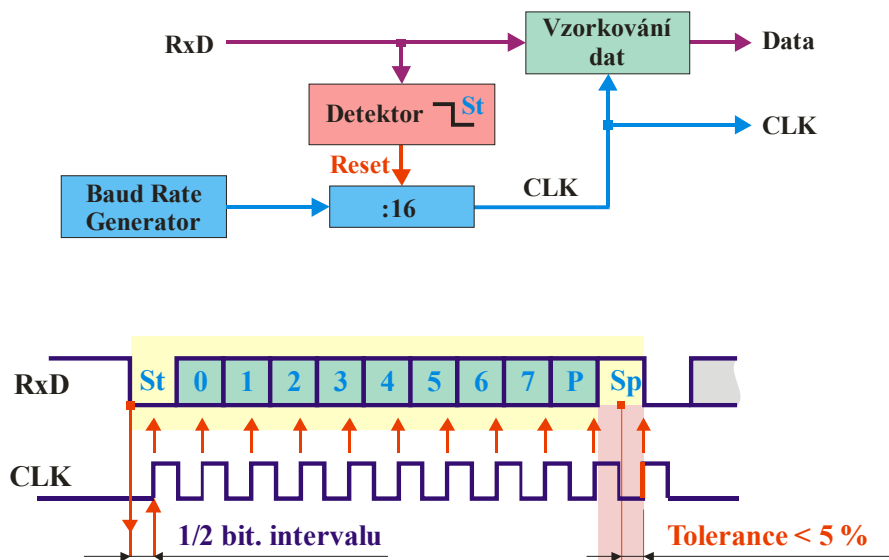
$$m = 1, \quad n = 1$$

$$d = 0, \quad k \rightarrow \infty$$

$$\eta = \frac{1}{1} \cdot (0 + 1) = 1$$

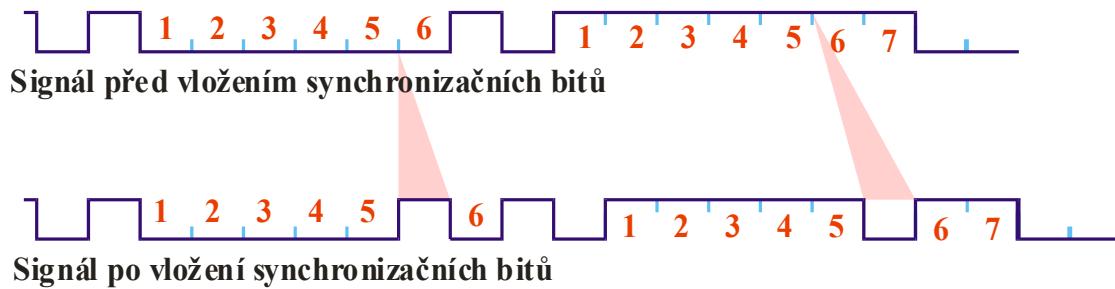
## Kódování dat RS232C

- Kód NRZ.
- Na začátku znaku **Start Bit**, na konci **Stop Bit**.



## Kódování dat CAN

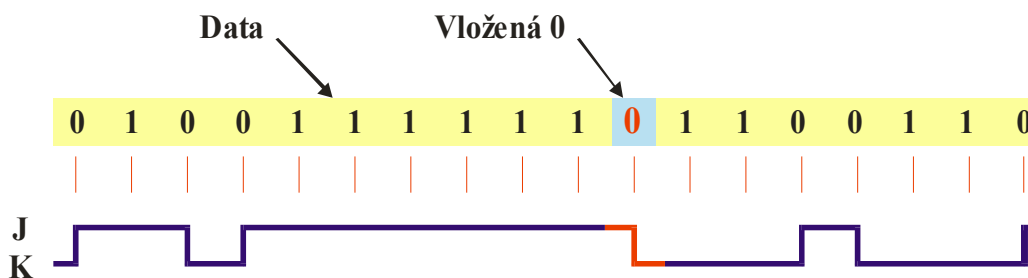
- Stanice se synchronizují podle přijímaných dat.
- Kódování dat je NRZ  $\Rightarrow$  po 5 bitech stejné úrovně se vkládá jeden bit opačné úrovně.
- $\Rightarrow$  Důsledek: V závislosti na datech se mění počet skutečně přenesených bitů (až o 20%).



11

## Kódování dat USB

- Kód NRZI (negovaná data  $\Rightarrow$  0 = reverzace).
- Po souvislém sledu  $6 \times 1$  se vkládá 0 (bit stuffing) pro synchronizaci.



12

## Kód FM

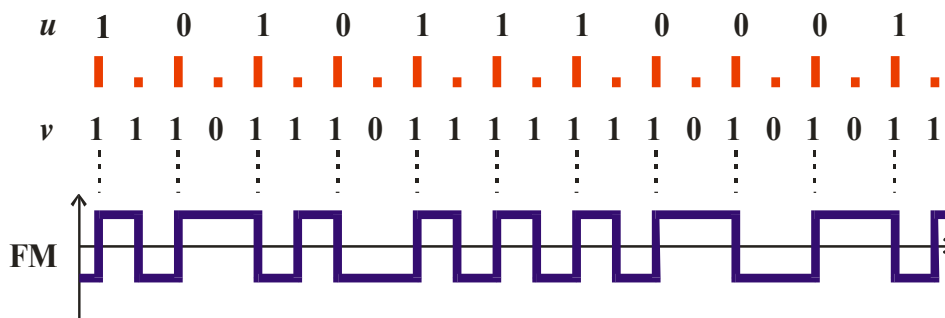
$U_i$	$V_i$
0	1 0
1	1 1

$$m = 1, \quad n = 2$$

$$d = 0, \quad k = 1$$

$$\eta = \frac{1}{2} \cdot (0 + 1) = 0,5$$

Kódovací tabulka pro FM  
(Frequency Modulation)



13

## Kód PE (Manchester)

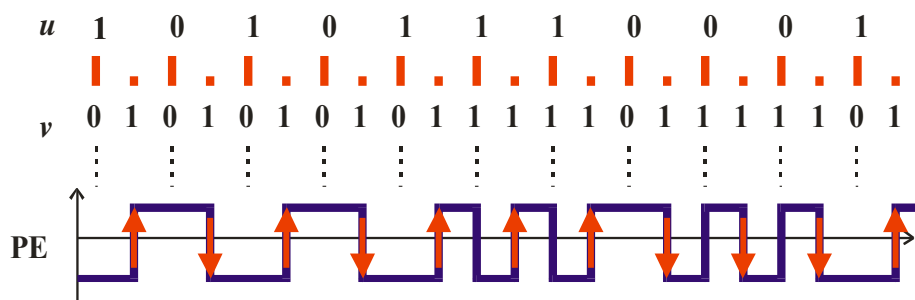
$u_{i-1}$	$u_i$	$V_i$
0	0	1 1
0	1	0 1
1	0	0 1
1	1	1 1

$$m = 1, \quad n = 2$$

$$d = 0, \quad k = 1$$

$$\eta = \frac{1}{2} \cdot (0 + 1) = 0,5$$

Kódovací tabulka pro PE  
(Phase Encoding)



14

# Kód MFM

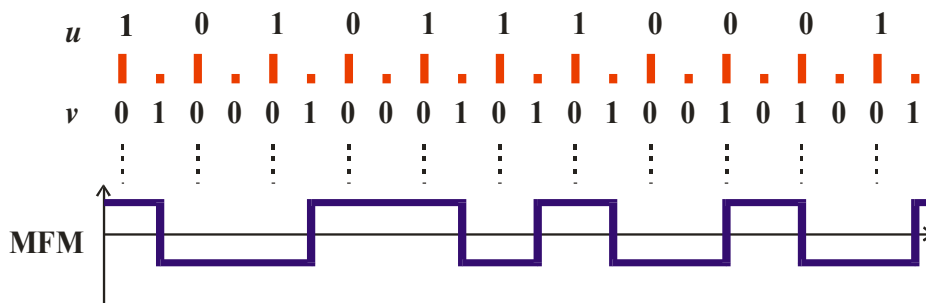
$u_{i-1}$	$u_i$	$v_i$
0	0	1 0
1	0	0 0
X	1	0 1

$$m = 1, \quad n = 2$$

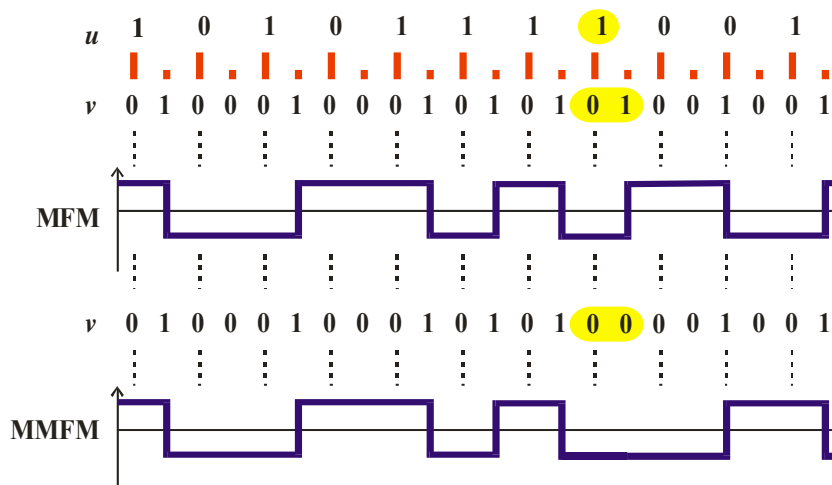
$$d = 1, \quad k = 3$$

$$\eta = \frac{1}{2} \cdot (1+1) = 1$$

Kódovací tabulka pro MFM  
**Modified FM**



# Kódy MFM a MMFM



Parametry kódu MMFM :

$$m = 1, \quad n = 2$$

$$d = 1, \quad k = 5$$

$$\eta = \frac{1}{2} \cdot (1+1) = 1$$

Poslední 1 v řetězci se sudým počtem 1 je bez reverzace.



# Kódy RLL ( $d, k$ )

- Používají se v řadě verzí
- Kódování a dekódování podle tabulky

RLL = Run Length Limited

**Příklad:**

Kód RLL(2,7)

$u$	$v$
10	0100
11	1000
000	000100
010	100100
011	001000
0010	00100100
0011	00001000

$$n = 2 \cdot m$$

$$d = 2, \quad k = 7$$

$$\eta = \frac{1}{2} \cdot (2+1) = 1,5$$

Kód RLL(1,7)

$u$	$v$
00	101
01	100
10	001
11	010
0000	101000
0001	100000
1000	001000
1001	010000

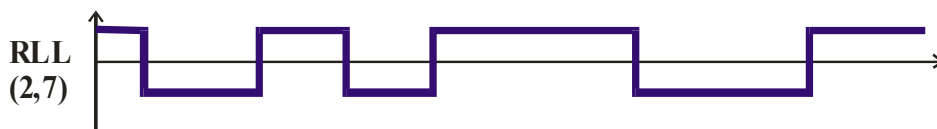
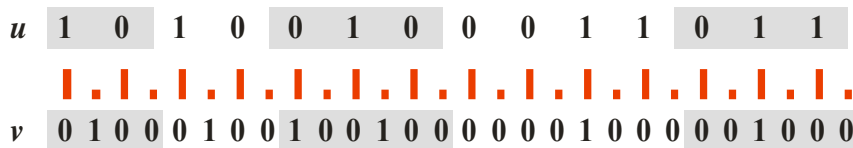
$$n = 1,5 \cdot m$$

$$d = 1, \quad k = 7$$

$$\eta = \frac{1}{1,5} \cdot (1+1) = 1,33$$

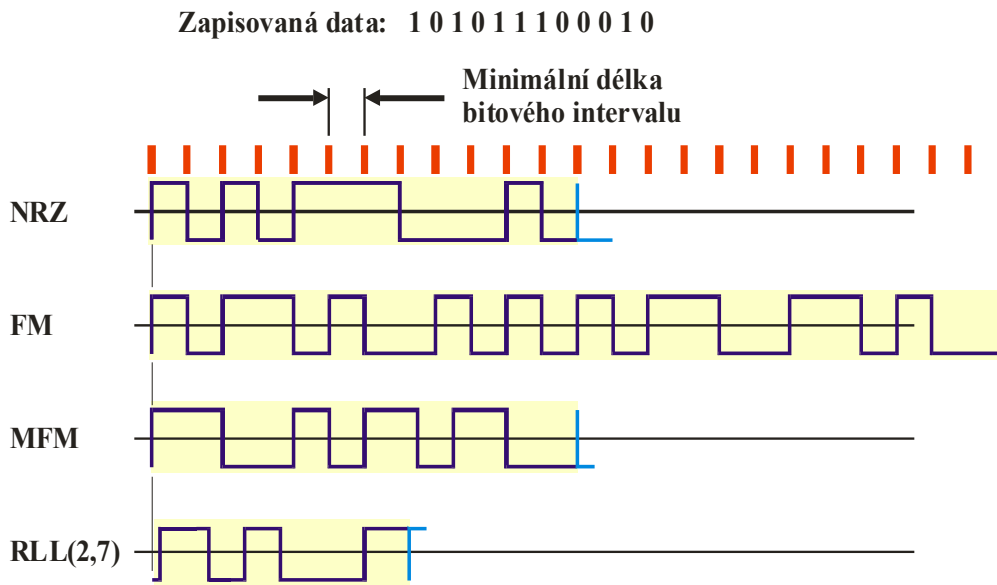
# Kód RLL(2,7)

$u$	$v$
10	0100
11	1000
000	000100
010	100100
011	001000
0010	00100100
0011	00001000



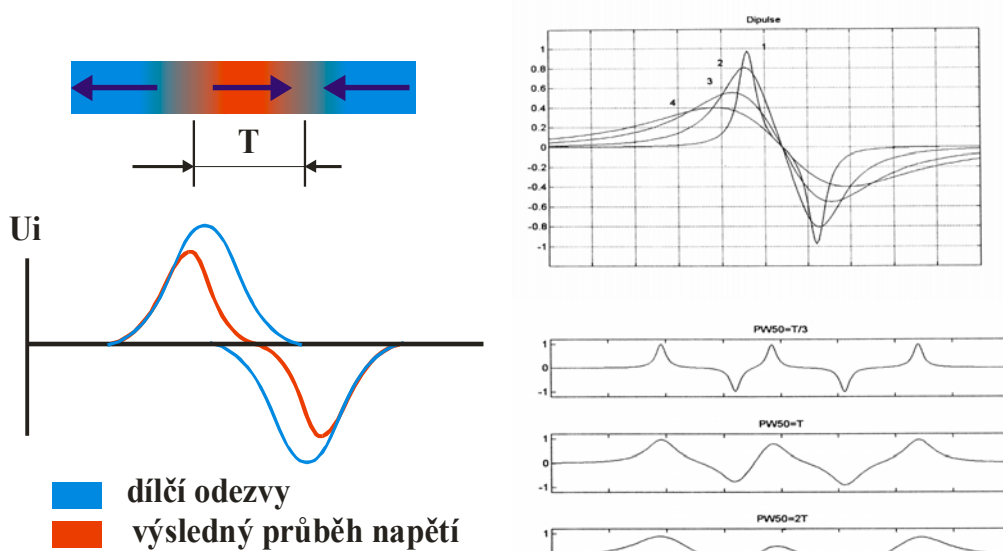
## Porovnání účinnosti různých kódů

Hustota záznamu je omezena minimální možnou vzdáleností mezi reverzacemi magnetické indukce v médiu.



19

## Závislost tvaru odezvy na „dipuls“ na T



20