

# Logické obvody

Velmi zjednodušený úvod  
pro úplné začátečníky

1

## Booleova algebra

- Výroková logika:
  - **A, B, C** - výroky.
  - Výroky nabývají hodnot „Pravdivý“ a „Nepravdivý“.

$$\mathbf{C = A \wedge \neg B \vee \neg A \wedge B}$$

- Booleova algebra:
  - **a, b, c** - logické (Booleovské) proměnné.
  - Logické proměnné nabývají hodnot:
    - Logická 1 ( $\Leftrightarrow$  Pravdivý),
    - Logická 0 ( $\Leftrightarrow$  Nepravdivý).

$$\mathbf{c = a \cdot \bar{b} + \bar{a} \cdot b}$$

2

## Logické funkce

- Obecně:  $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ .
  - $y, x_1, x_2, \dots, x_n$  - logické proměnné.
- Základní logické funkce:
  - Negace:  $y = \bar{x}$

x	y
0	1
1	0

3

## Logické funkce

- Základní logické funkce:
  - Logický součet:  $y = a + b$

a	b	y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

4

## Logické funkce

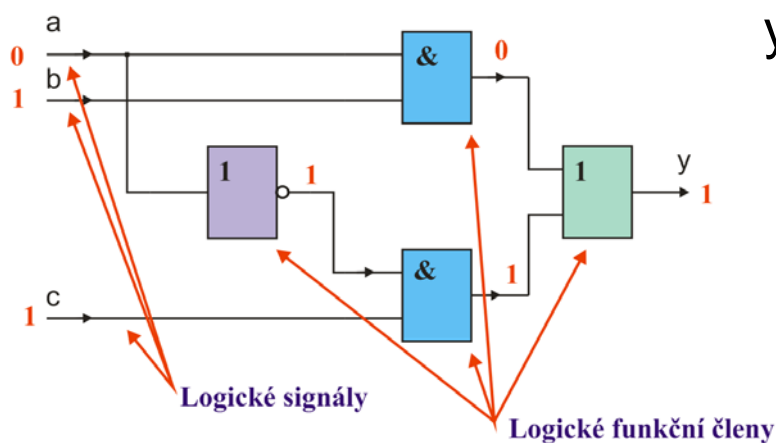
- Základní logické funkce:
  - Logický součin:  $y = a \cdot b$

a	b	y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

5

## Logické obvody

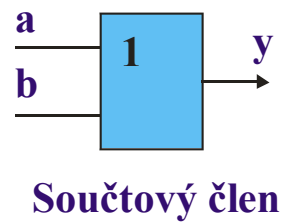
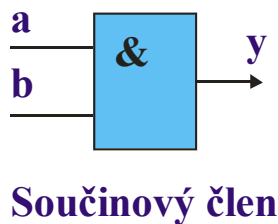
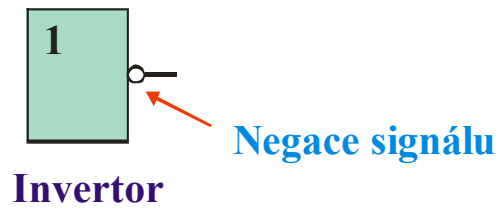
- Technická realizace logických funkcí:
  - logické proměnné  $\Leftrightarrow$  logické signály,
  - logické funkce  $\Leftrightarrow$  logické funkční členy.



$$y = a \cdot b + \bar{a} \cdot c$$

6

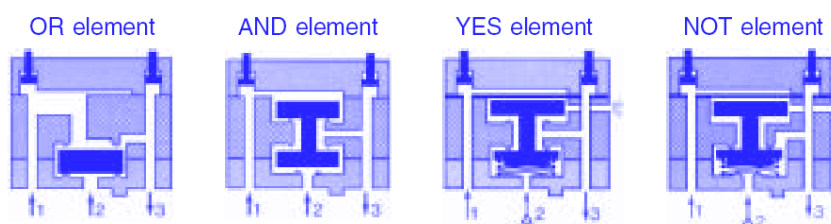
## Základní logické členy



7

## Technická realizace logických obvodů

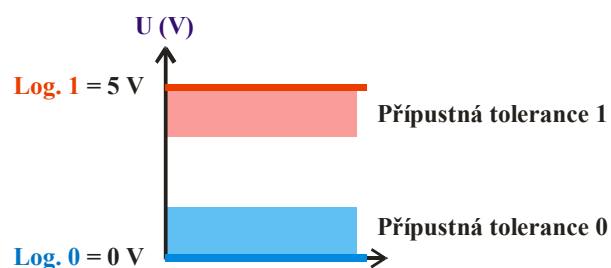
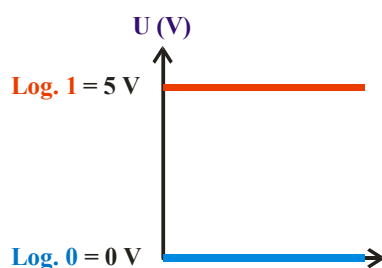
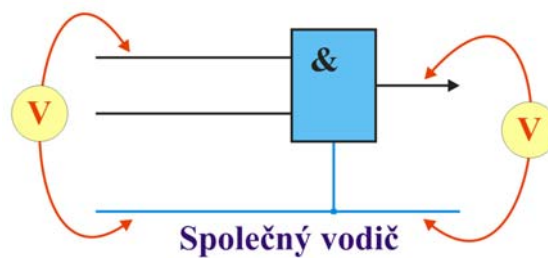
- Technická realizace logických obvodů:
  - Elektrická,
  - Pneumatická,
  - Hydraulická,
  - Optická,
  - ...



8

## Elektrická realizace logických obvodů

- Rozhodující jsou napěťové úrovně jednotlivých signálů.

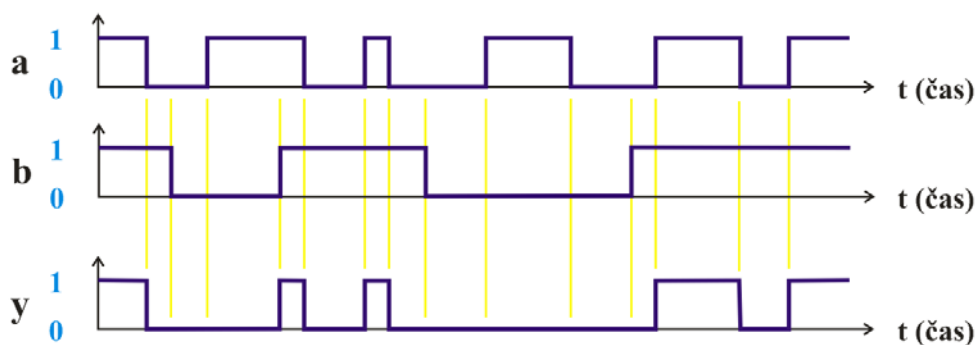
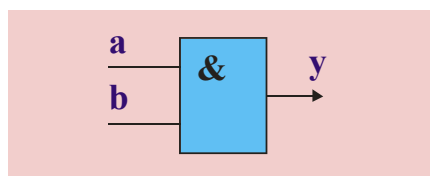


Logické úrovně TTL (5V)

9

## Časový diagram

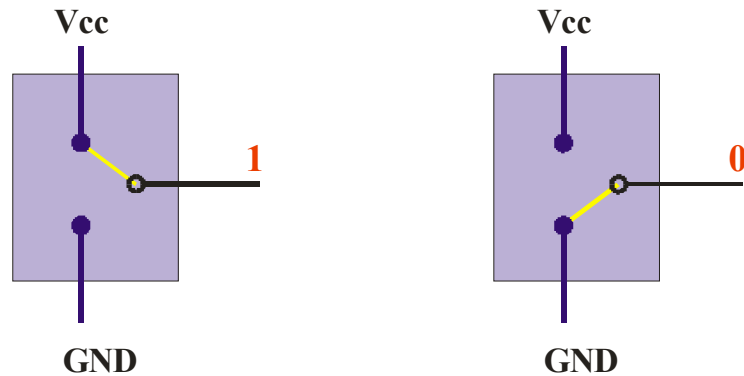
- Časový diagram = znázornění průběhu signálů v čase.



10

## Výstup logických členů

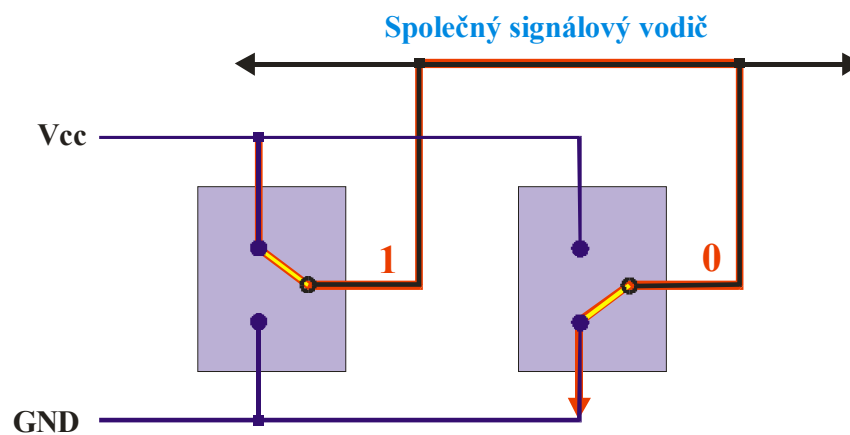
- Dvoustavový výstup:
  - Na výstupu je logická 0 nebo logická 1.



11

## Spojování výstupů logických členů

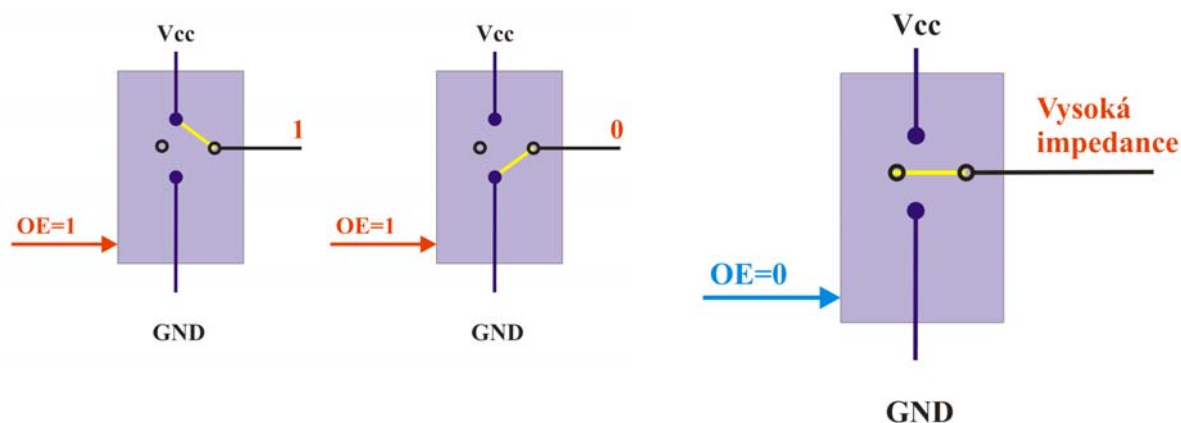
- Dvoustavové výstupy logických členů **nelze přímo spojit**:



12

## Obvody s třístavovým výstupem

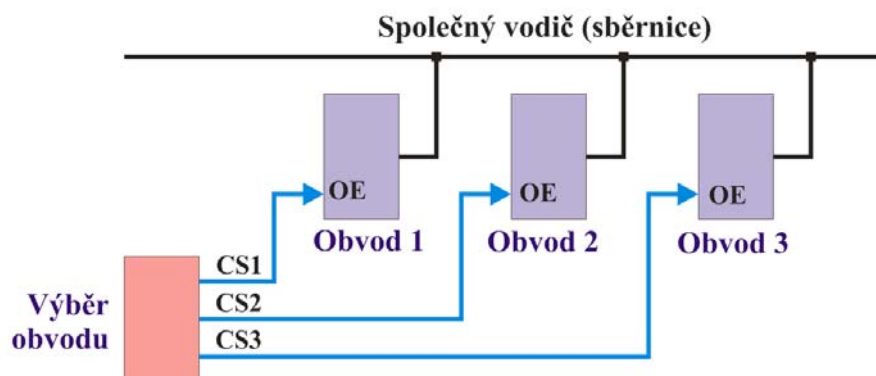
- Pomocí samostatného signálu OE (Output Enable) lze výstup obvodu převést do stavu vysoké impedance (**HiZ**).



13

## Spojování obvodů se třístavovými výstupy

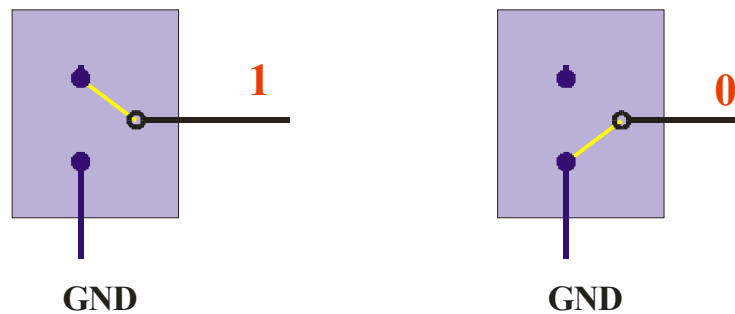
- V každém okamžiku smí být aktivní **maximálně jeden** výstup.
- Vstupy OE jednotlivých obvodů jsou řízeny logikou, která musí zabránit kolizi na společném vodiči.



14

## Výstup s otevřeným kolektorem

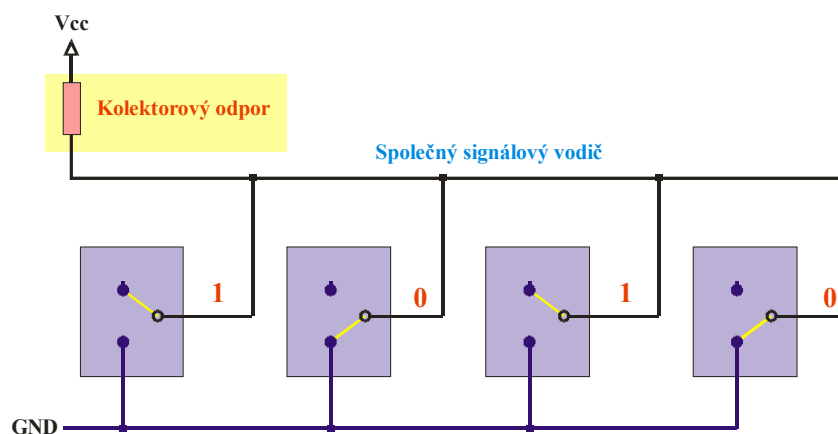
- V úrovni 1 je výstup odpojen.
- V úrovni 0 je výstup připojen na GND.



15

## Spojování obvodů s otevřeným kolektorem

- Úroveň 1 je udržována společným kolektorovým odporem.
- Výstupy jednotlivých obvodů mohou být v libovolném stavu.
- Nedochozí k (elektrické) kolizi na společném vodiči.
- Zapojení realizuje funkci AND pro jednotlivé výstupy.

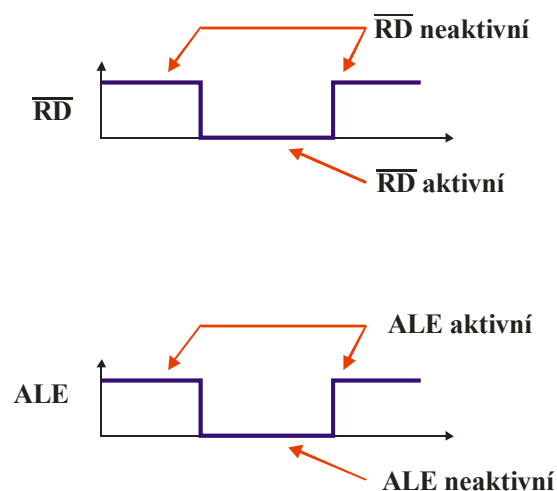


16



## Úrovně H a L

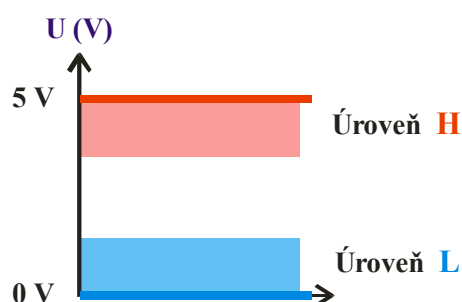
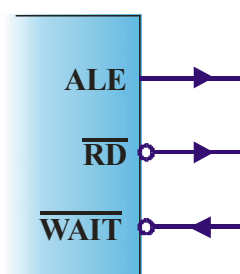
- U některých signálů se rozlišuje aktivní a neaktivní úroveň.
- Napěťové úrovně se označují **H** (High) a **L** (Low).
- Signál s aktivní úrovní **L** se označuje pruhem nad názvem a znakem negace u logického členu (resp. **/RD**, **#RD** nebo **-RD**).



17

## Úrovně H a L

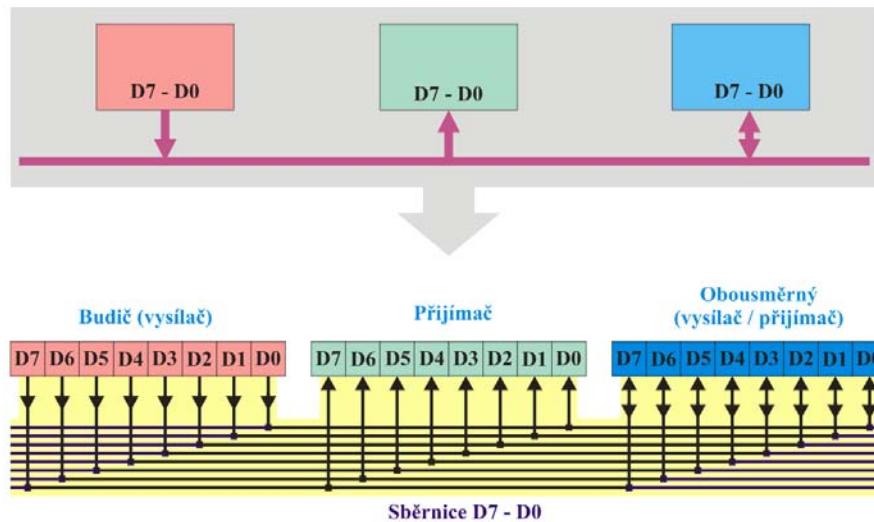
- U některých signálů se rozlišuje aktivní a neaktivní úroveň.
- Napěťové úrovně se označují **H** (High) a **L** (Low).
- Signál s aktivní úrovní **L** se označuje pruhem nad názvem a znakem negace u logického členu (resp. **/RD**, **#RD** nebo **-RD**).



18

## Sběrnice (1)

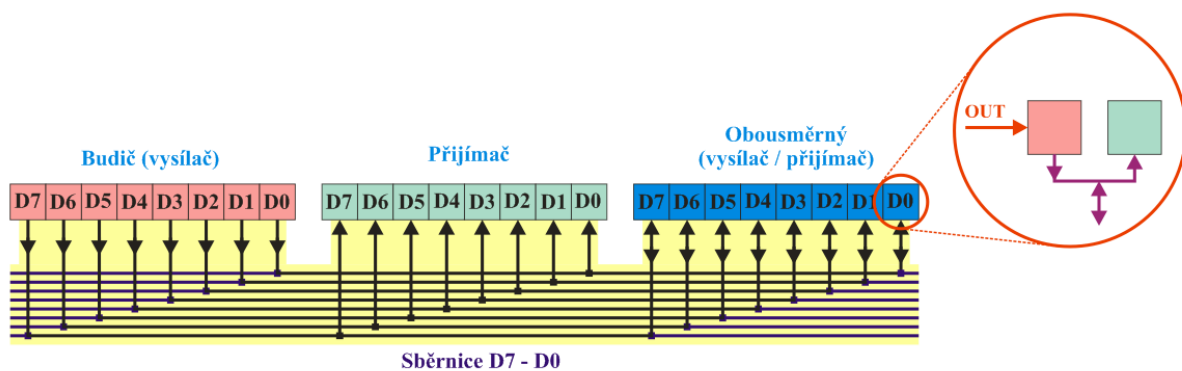
- Zahrnuje několik vodičů podobného významu.
- Na každém vodiči je obvykle několik přijímačů a budičů.



19

## Sběrnice (2)

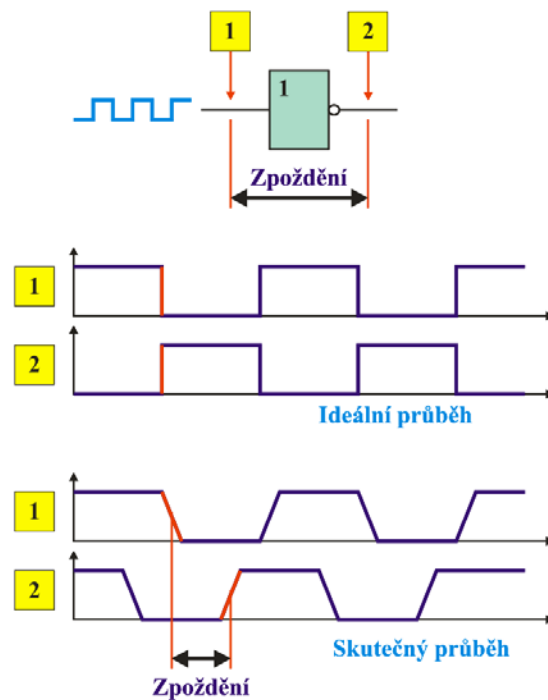
- Obousměrný vývod je připojen na vstup a výstup logických členů.
- Interní signál (**OUT**) zapíná výstupní obvody.



20

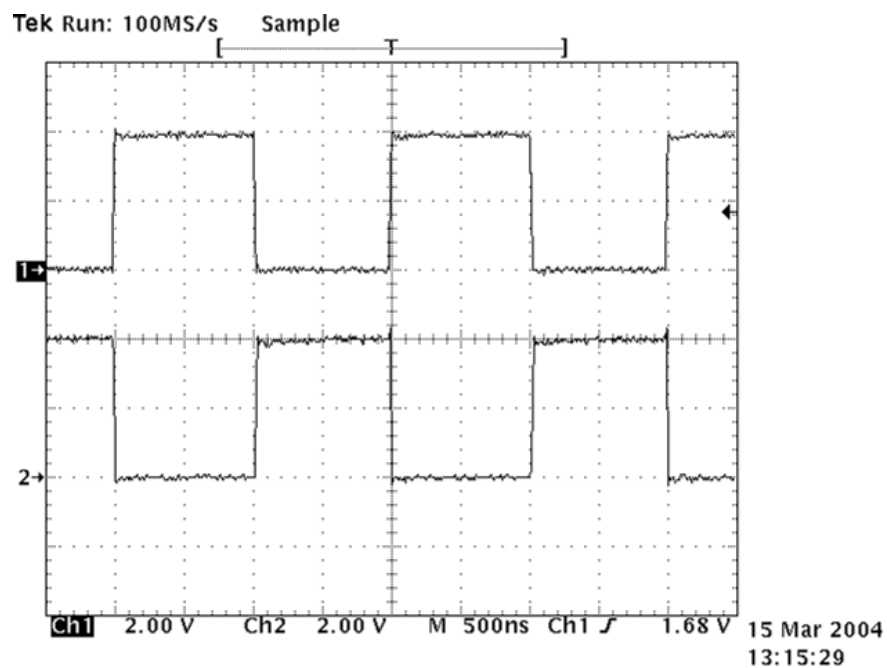
## Zpoždění logického členu

- Výstup jednoduchého logického členu reaguje na vstupní signály se zpožděním.
- Typické zpoždění je cca 5 – 10 ns.



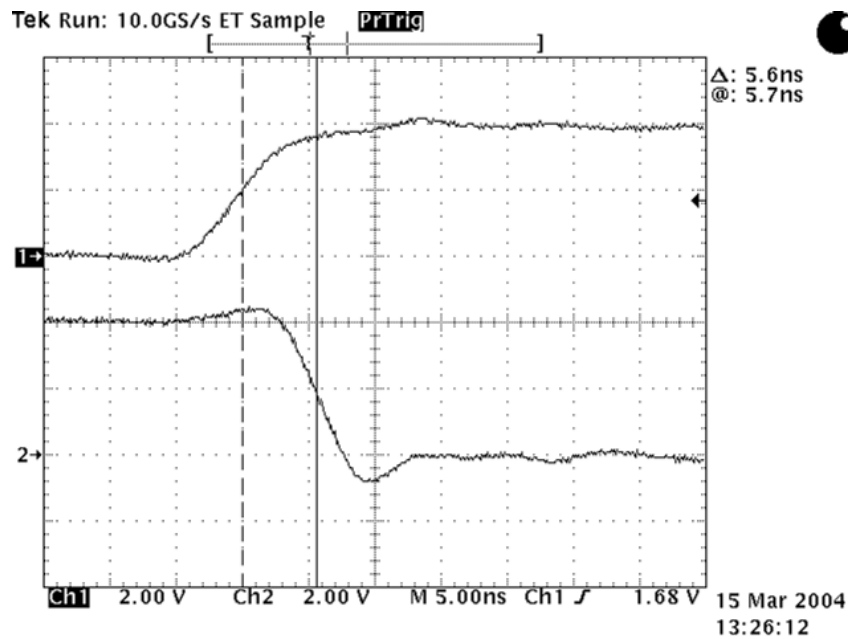
21

## Invertor 74HCT04 – 500 ns/dílek

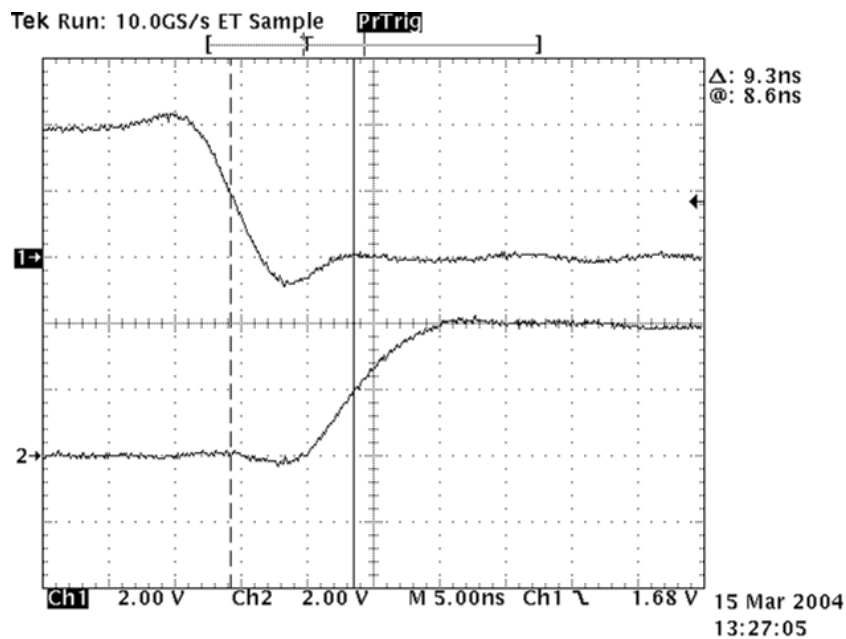


22

# Invertor 74HCT04 – 5 ns/dílek

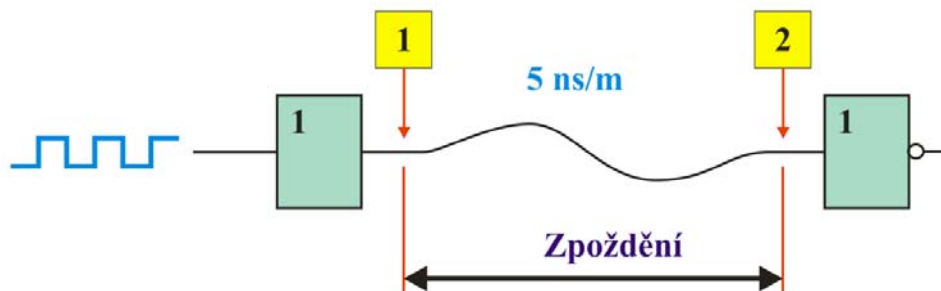


# Invertor 74HCT04 – 5 ns



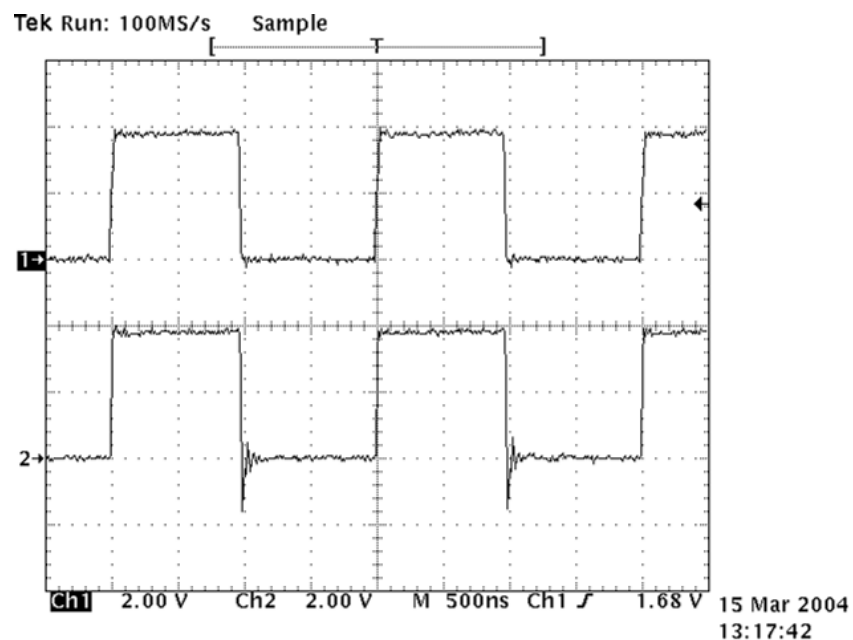
## Zpoždění ve vedení

- Elektrický signál ve vodiči se pohybuje rychlostí  $v$   
 $\Rightarrow$  tj. s jednotkovým zpožděním  $\tau$   $\left(\tau = \frac{1}{v}\right)$ .
- Vždy je  $v < c$  ( $c = 299\,793$  km/s).
- Typicky je  $\tau \approx 5$  ns/m.



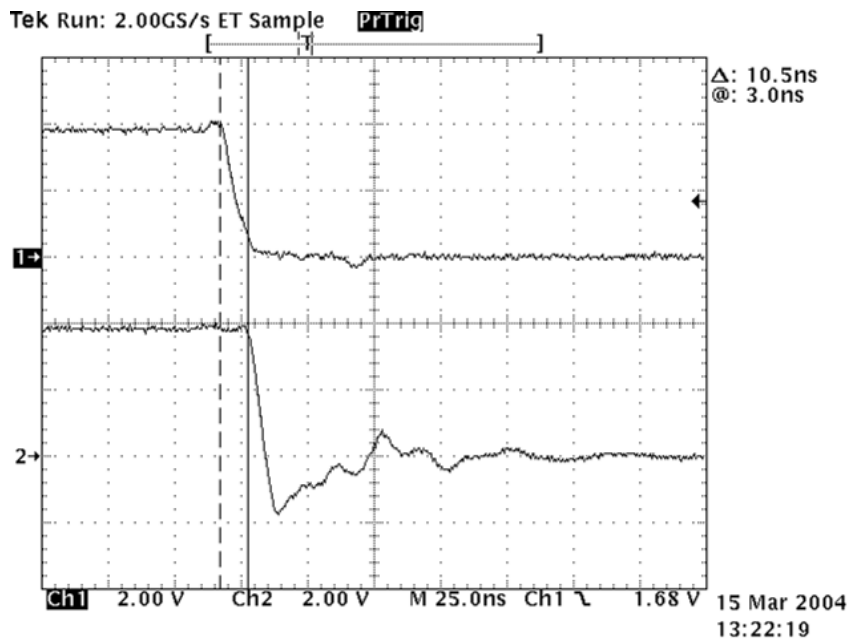
25

## Kabel 1.5 m – 500 ns/dílek



26

# Kabel 1.5 m – 25 ns/dílek



# Kabel 1.5 m – 25 ns/dílek

