

# Reflecties op Transmissielijnen

Jan Genoe  
KHLim

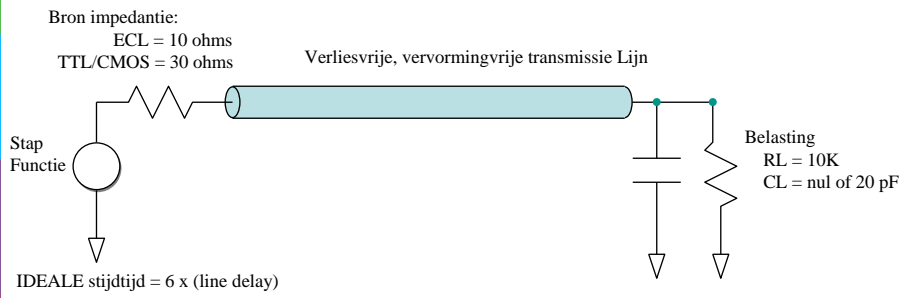
## De grootte van de reflectie

- De amplitude van de reflectie wordt bepaald door:

$$\frac{V_{\text{reflected}}}{V_{\text{incident}}} = \rho = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0}$$

- Dit geldt zowel aan de ontvangerszijde als aan de stuurzijde

# Korte Transmissie Lijn Voorbeelden



Jan Genoe:

# Het is de verhouding tussen stijgtijd en vertraging

We vertrekken van een normale Transmissielijn delay en stijgtijd

$$\text{delay} := 10^{-9}$$

$$ZS = 10$$

$$RL = 1 \cdot 10^4$$

$$\text{risetime} := 2 \cdot \text{delay}$$

$$ZC = 65$$

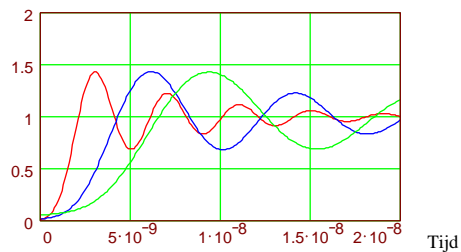
$$CL = 0$$

Als we zowel delay en risetime aanpassen scaled alleen de tijdsas

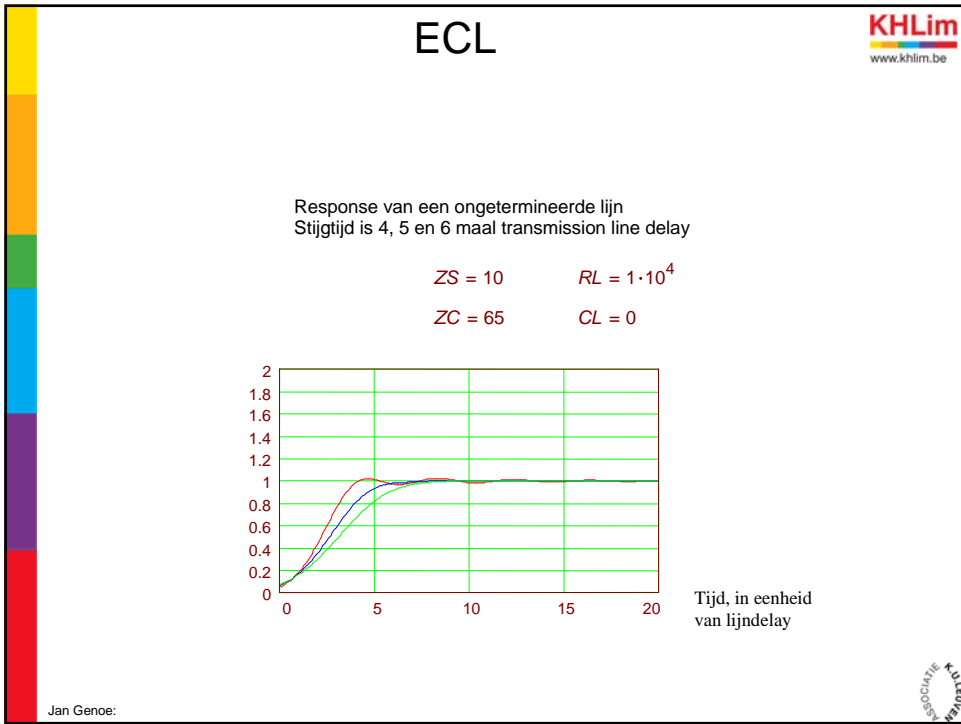
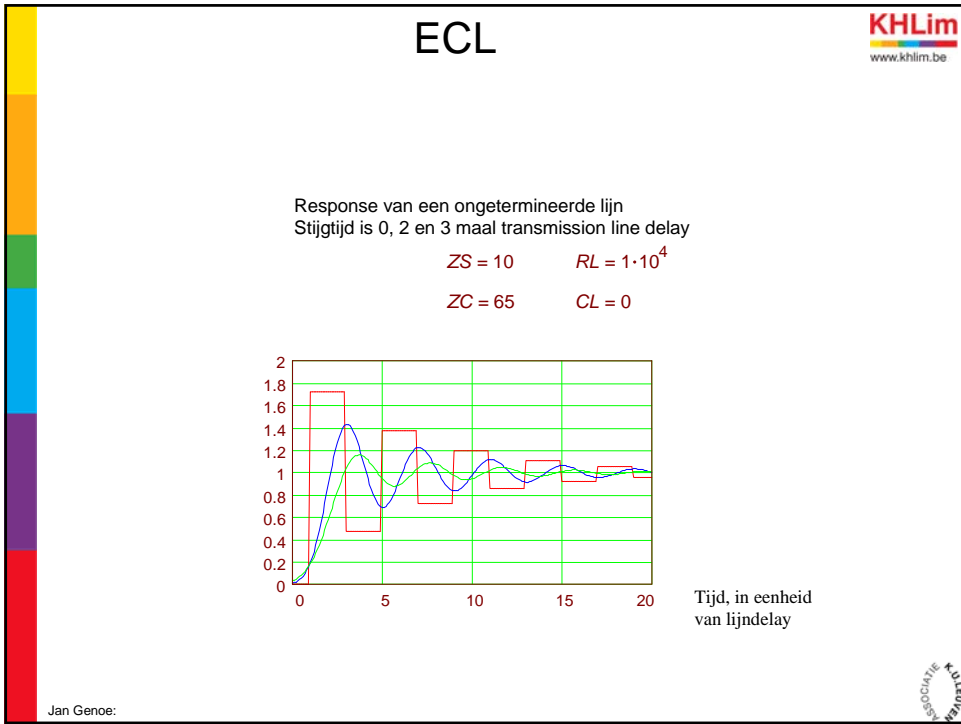
$$X1 := \text{SYS3}(\text{delay}, \text{risetime})$$

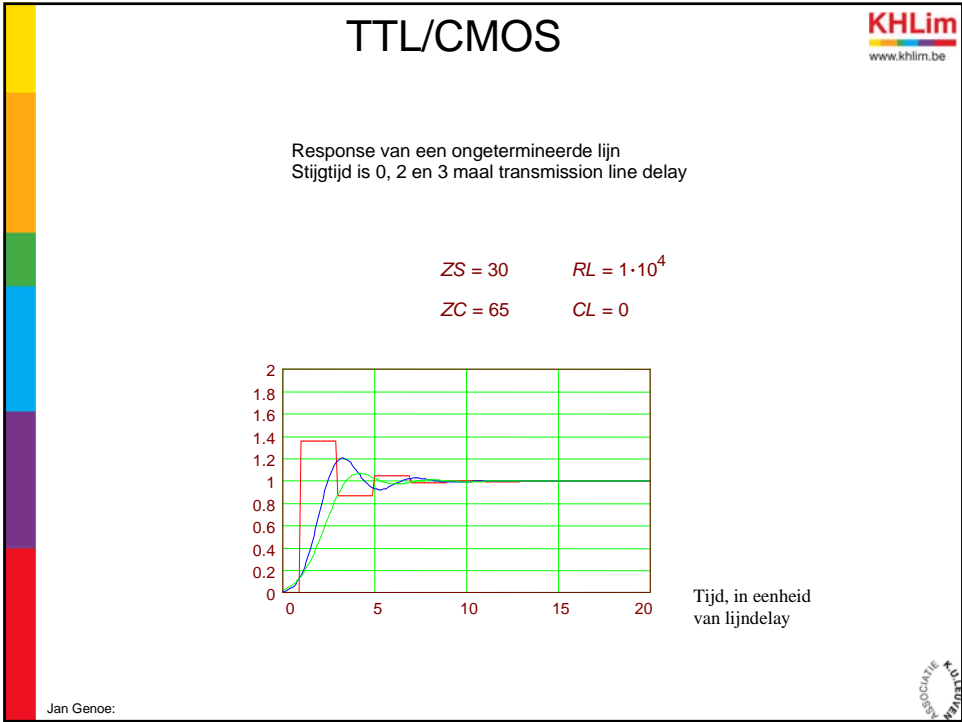
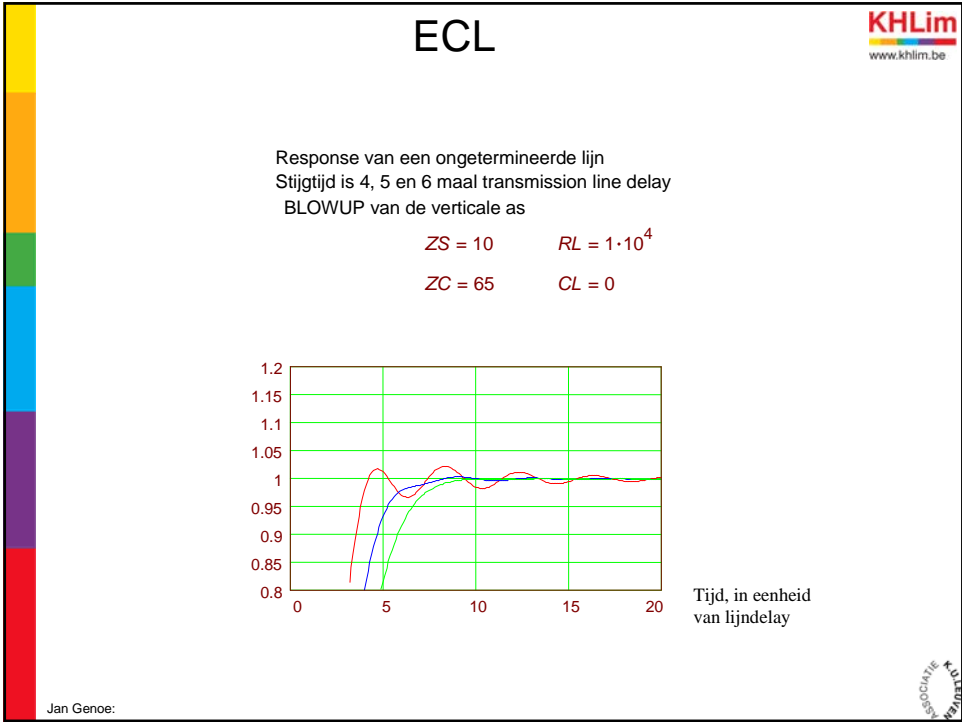
$$X2 := \text{SYS3}(\text{delay} \cdot 2, \text{risetime} \cdot 2)$$

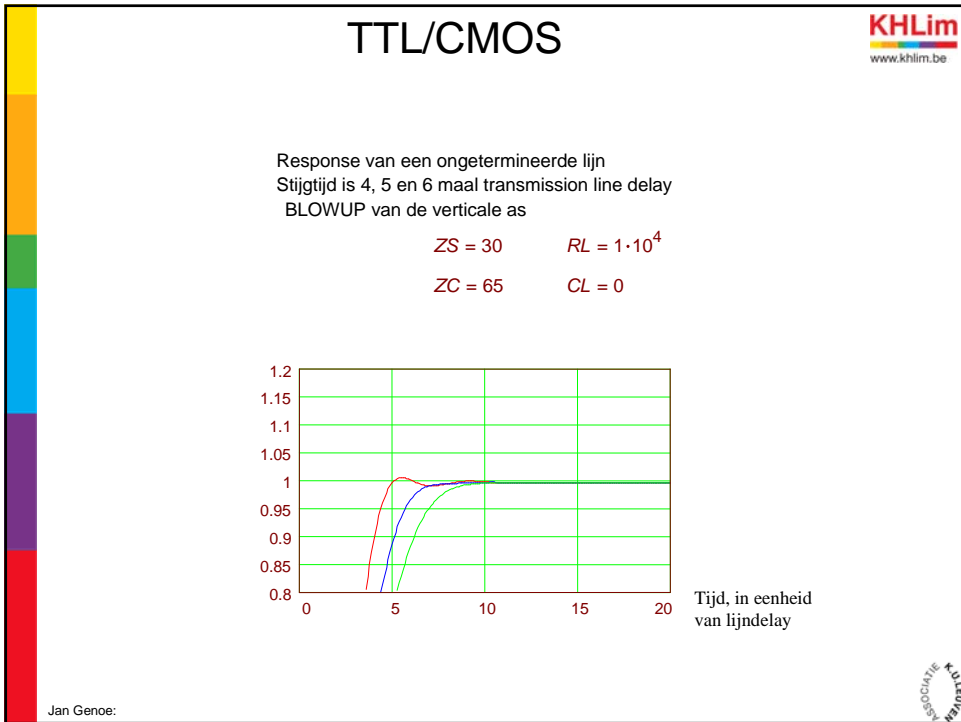
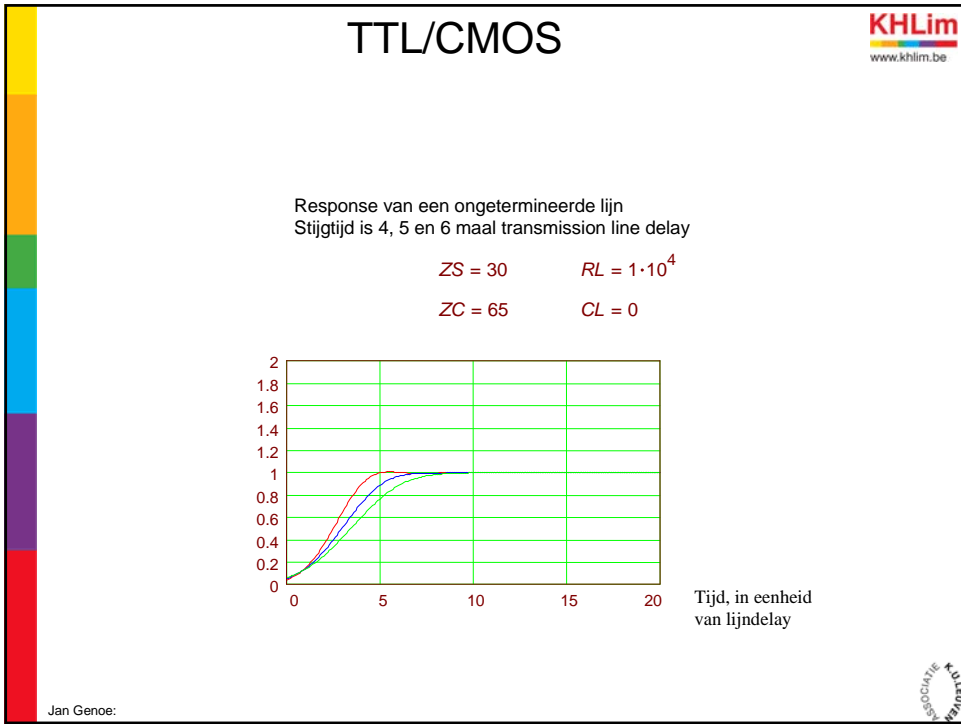
$$X3 := \text{SYS3}(\text{delay} \cdot 3, \text{risetime} \cdot 3)$$



Jan Genoe:



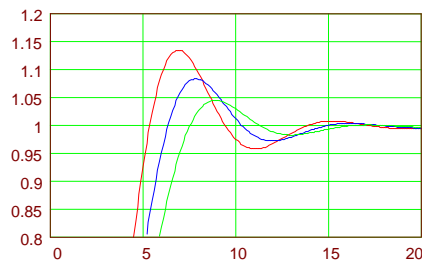




## CMOS met capacatieve belasting (20 pF)

Response van een ongetermineerde lijn  
Stijgtijd is 4, 5 en 6 maal transmission line delay  
BLOWUP van de verticale as

$$\begin{aligned} Z_S &= 30 & R_L &= 1 \cdot 10^4 \\ Z_C &= 65 & C_L &= 2 \cdot 10^{-11} \end{aligned}$$

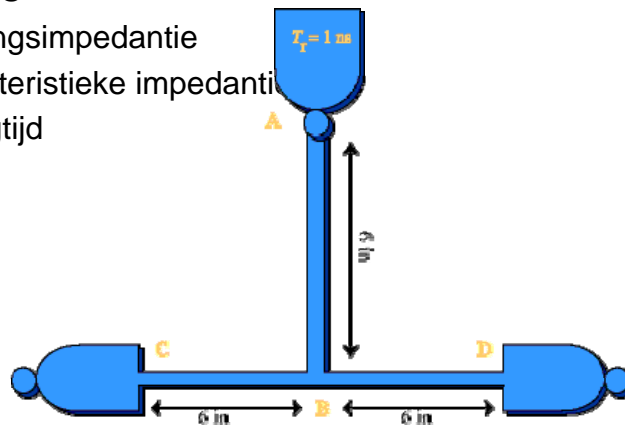


Tijd, in eenheid van lijndelay

Jan Genoe:

## T-stuk

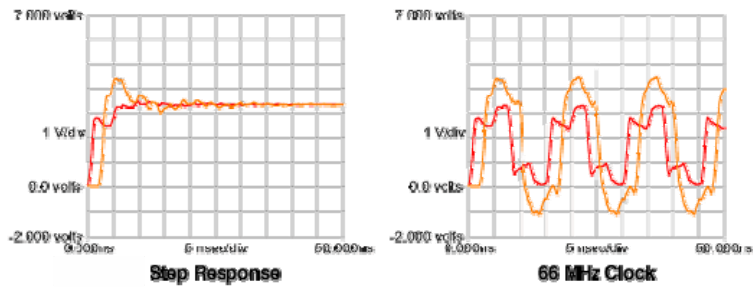
- Hoe ontwerpen we nu de terminatie van een T-stuk?
  - 3.3 V CMOS
  - 10  $\Omega$  uitgangsimpedantie
  - 50  $\Omega$  karakteristieke impedantie
  - 1 nsec stijgtijd



Jan Genoe:

## Optie 1: basis uitvoering: geen terminatie

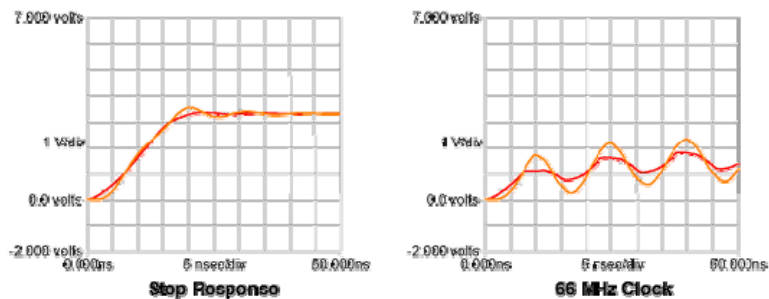
- Duidelijke ringing is aanwezig



Jan Genoe:

## Optie 2: een trage driver (15 nsec)

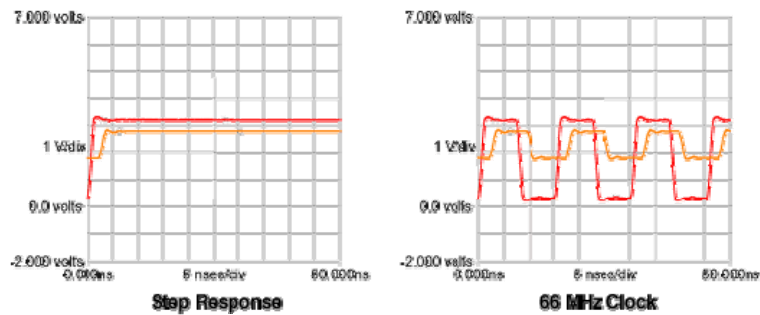
- Dit kan het ringing probleem oplossen, maar de klok is er niet mee geholpen



Jan Genoe:

## Optie 3 Terminatie aan bron en elk eind

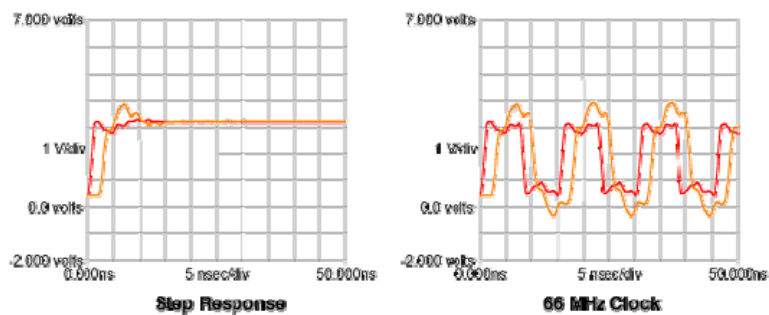
- Geen reflecties en ringing maar een signaal dat maar 1/3 van het normale signaal is



Jan Genoe:

## Optie 4: beperkte terminantie

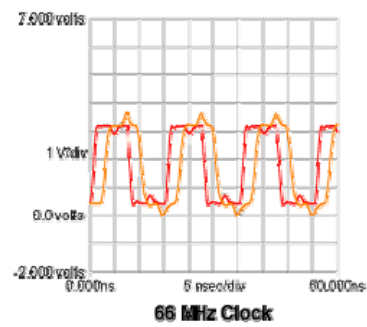
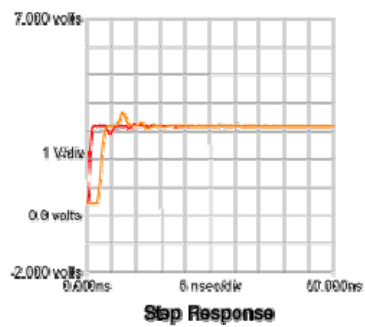
- Geen terminatie aan de bron, 100  $\Omega$  aan elk eindpunt (200  $\Omega$  naar Vcc en 200  $\Omega$  naar de grond)
- Geen amplitudeverlies maar beduidende ringing



Jan Genoe:

## Optie 5 aanpassing impedantie lijn

- We kiezen de lijn impedantie  $50 \Omega$  tot B en  $100 \Omega$  tot de eindpunten. Aan de eindpunten termineren we met  $100 \Omega$
- Er is nog wat reflectie te zien omdat de ingangscapaciteit  $3 \text{ pF}$  genomen is



Jan Genoe: