



Universiteit Antwerpen  
| Faculteit Toegepaste  
Ingenieurswetenschappen

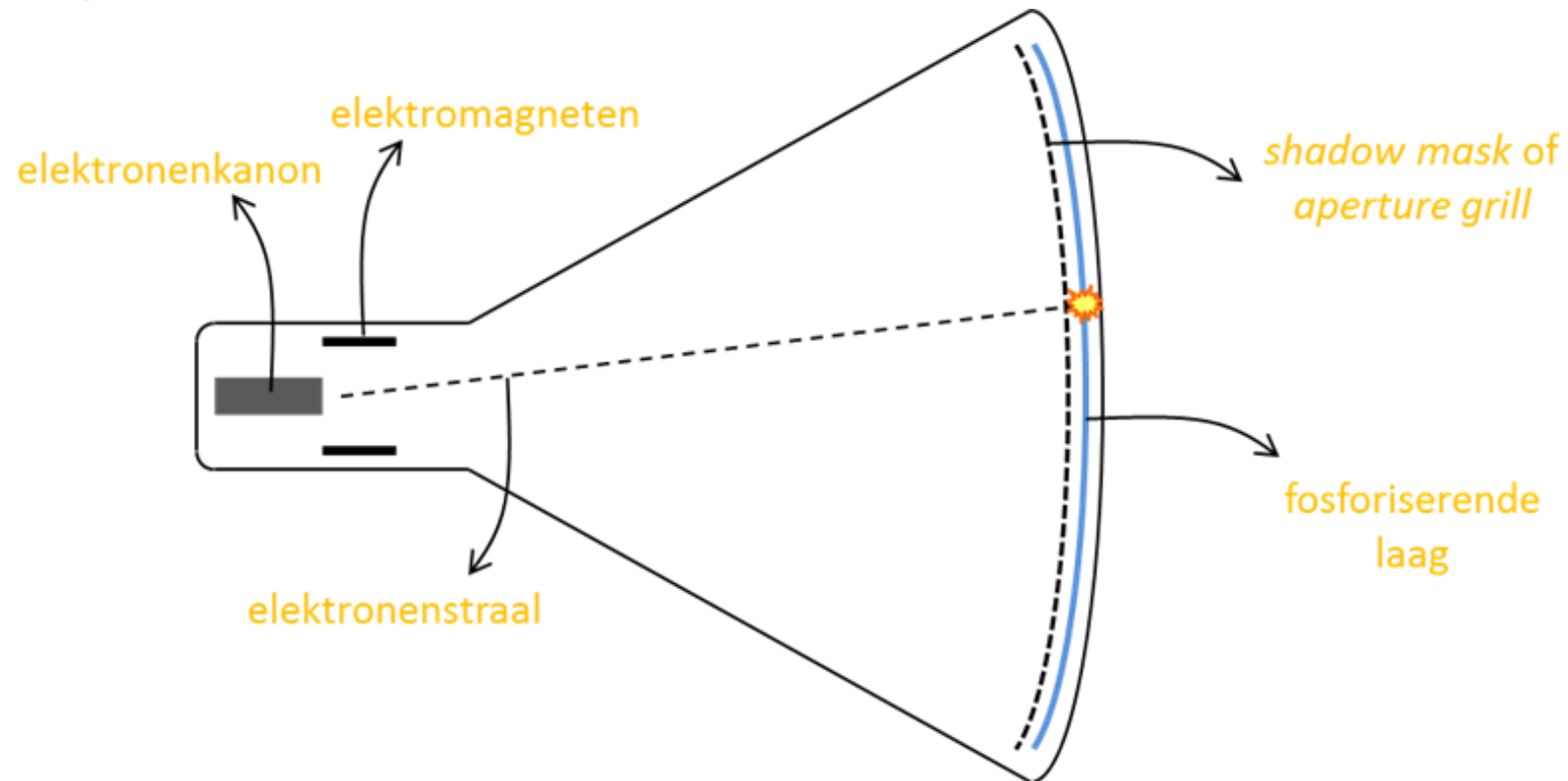
# 1-Basis digitale elektronica

Practicum: het VGA protocol



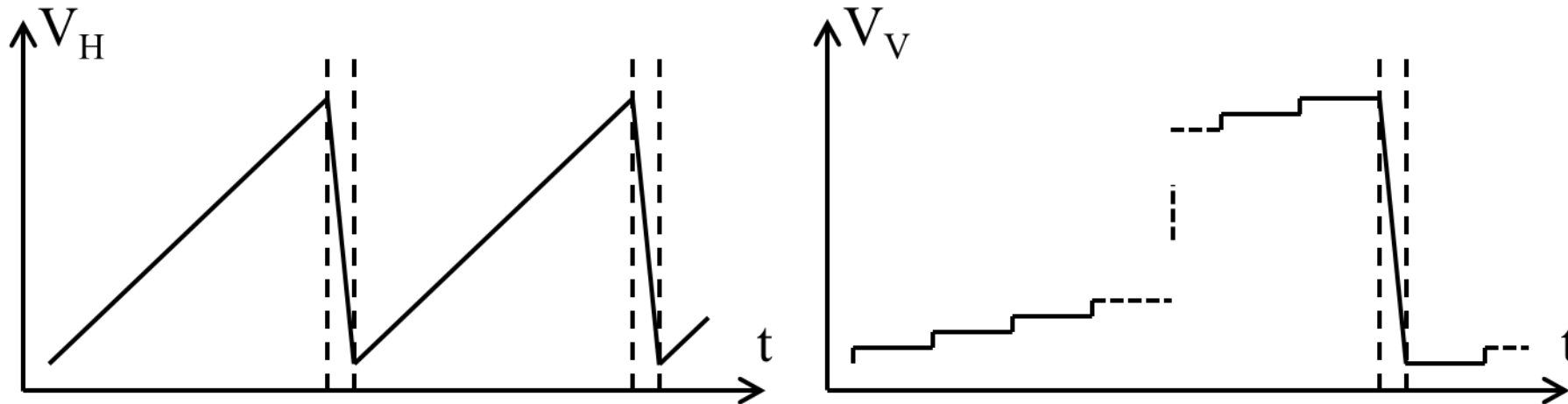
# CRT

- Oorsprong VGA: Cathode Ray Tube schermen (CRT)
- 1987, analoge beeldschermen



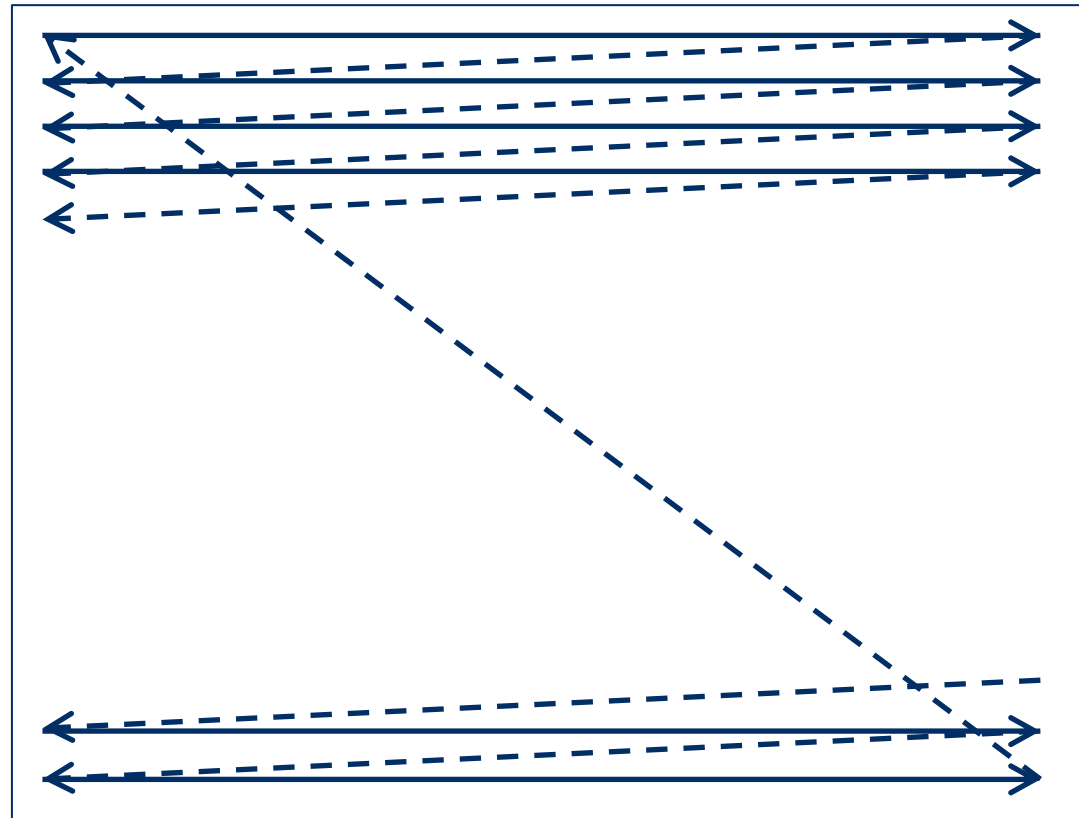
# CRT

- Twee paar elektromagneten: H en V
- Drie elektronenkanonnen: R, G en B (analoog)
- Elektromagneten buigen elektronenstralen af
  - Horizontaal: van links naar rechts
  - Verticaal: van boven naar onder



# CRT

- Schermopbouw



# VGA

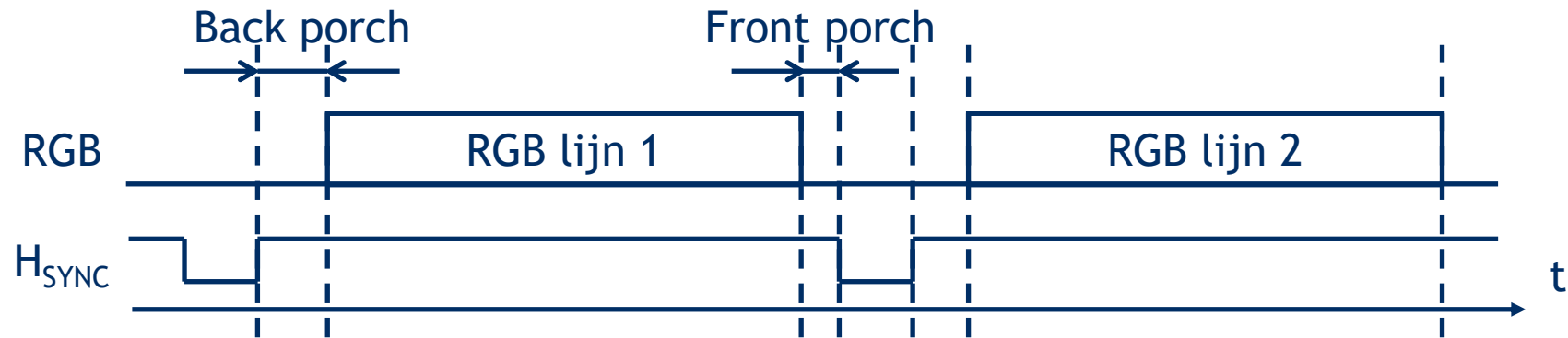
- Spanningen op elektromagneten  $V_H$  en  $V_V$  worden gesynchroniseerd via  $H_{sync}$  en  $V_{sync}$ .



- Om de elektronenstralen de tijd te geven om terug te keren naar links/boven, worden er “blanking periods” ingelast (zie stippelijnen vorige slide).

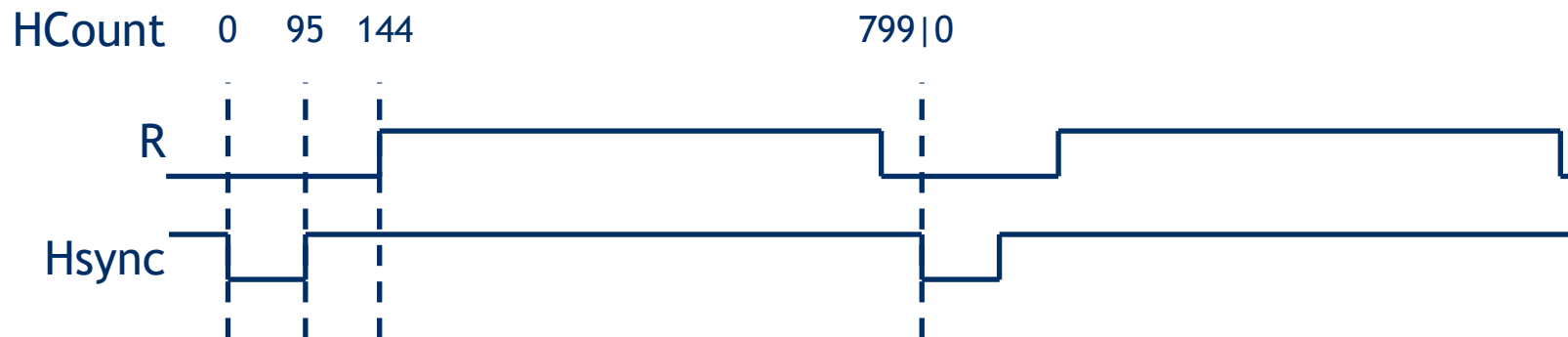
# VGA

- Tijdens blanking periods: geen pixelinformatie op R, G en B



# VGA

- **VGA timings:** <http://tinyvga.com/vga-timing>
- **Bijvoorbeeld resolutie 640x480@60Hz**
  - horizontale teller van 0 tem 799: per pixel
  - verticale teller van 0 tem 524: +1 per horizontale lijn
- **Bijvoorbeeld: rood scherm**



## General timing

Screen refresh rate	60 Hz
Vertical refresh	31.46875 kHz
Pixel freq.	25.175 MHz

### Horizontal timing (line)

Polarity of horizontal sync pulse is negative.

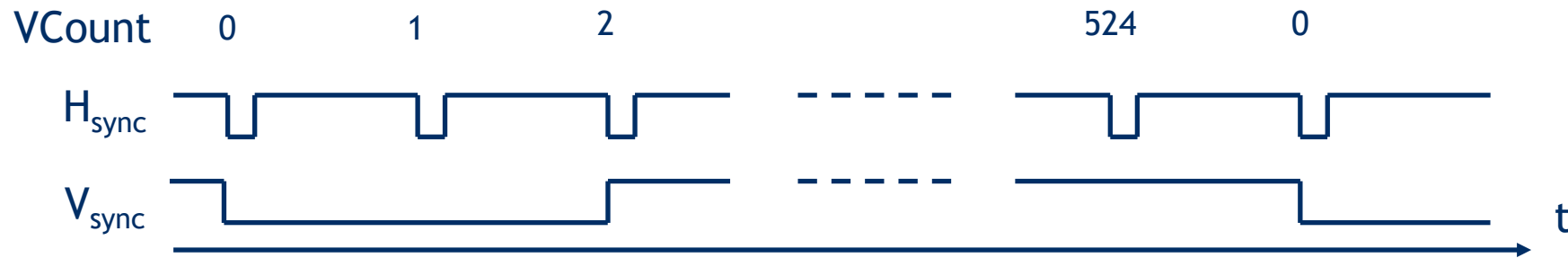
Scanline part	Pixels	Time [μs]
Visible area	640	25.422045680238
Front porch	16	0.63555114200596
Sync pulse	96	3.8133068520357
Back porch	48	1.9066534260179
Whole line	800	31.777557100298

# VGA

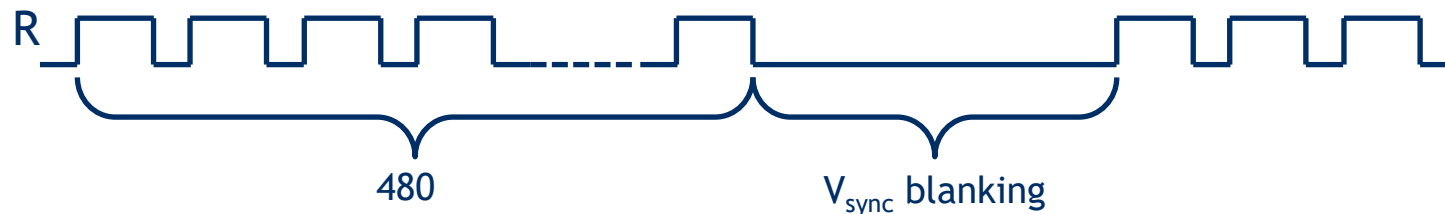
## Vertical timing (frame)

Polarity of vertical sync pulse is negative.

Frame part	Lines	Time [ms]
Visible area	480	15.253227408143
Front porch	10	0.31777557100298
Sync pulse	2	0.063555114200596
Back porch	33	1.0486593843098
Whole frame	525	16.683217477656



### ■ bv. rood scherm:





# VGA

- <https://reference.digilentinc.com/learn/programmable-logic/tutorials/vga-display-controller/start>
  - uitleg met “virtuele pixels” voor blanking periods
  - let op: actief lage  $H_{\text{SYNC}}$  en  $V_{\text{SYNC}}$  pulsen in het labo!



# VGA

- **Analoge schermen verouderd**
- **Nu: digitale schermen => meestal ook digitaal protocol**
  - HDMI/DVI
  - DisplayPort
  - ...
- **Schermen in het labo: digitaal, maar VGA compatibel**
  - ⇒ het protocol moet gevolgd worden!
  - ⇒ anders:
    - “vuile” kleuren
    - geen “lock”: aan/uit knop knippert