

# Gamma a nelinearita grafického výstupu

© 2011-2019 Josef Pelikán  
CGG MFF UK Praha

[pepca@cgg.mff.cuni.cz](mailto:pepca@cgg.mff.cuni.cz)  
<http://cgg.mff.cuni.cz/~pepca/>



# Vnímání jasových úrovní

Šedý odstín má jediný atribut

- **intenzita** (fyzika, vyzařovaná energie, hustota fotonů)
- **jas** (subjektivní vjem člověka, „brightness“)

Vztah mezi intenzitou a jasem **není lineární**

- člověk vnímá intenzity **relativně** (zdravé oko rozezná ~1% rozdílu)
- pro rovnoměrně odstupňované jasové odstíny je třeba mít **logaritmickou stupnici** intenzit



# Pravidelné jasové stupně

## Minimální zobrazitelná intenzita

- záleží na výstupním zařízení (dynamika)
- $I_0 = 10^{-4}$  až  $10^{-2}$

## Ostatní stupně intenzity

- $I_j = I_0 \cdot r^j$  ( $r \approx 1.018$  pro kontrast 100:1 a 256 odstínů)
- měly by tvořit pravidelné stupně jasu (vnímaného člověkem)



# CRT monitor

Intenzita vyzařovaného světla **nezávisí lineárně** na hodnotě napětí přiváděného do monitoru

– nelinearitu zavádí katodové dělo

$$I = K (V + \varepsilon)^\gamma$$

- » **V** – napětí přiváděné do CRT (hodnota pixelu)
- » **K** – proměnná – ovládací prvek kontrast („picture“)
- »  **$\varepsilon$**  – proměnná – ovládací prvek „jas“ („black level“)
- »  **$\gamma$**  – **konstanta** – gamma exponent (2.35 až 2.55)





# Praktické důsledky nelinearity

Nelinearita CRT monitoru je **přibližně inverzní** k funkci vnímání našeho zraku

- je tedy dobře, že má výstup takový průběh!
- měli bychom toho využívat

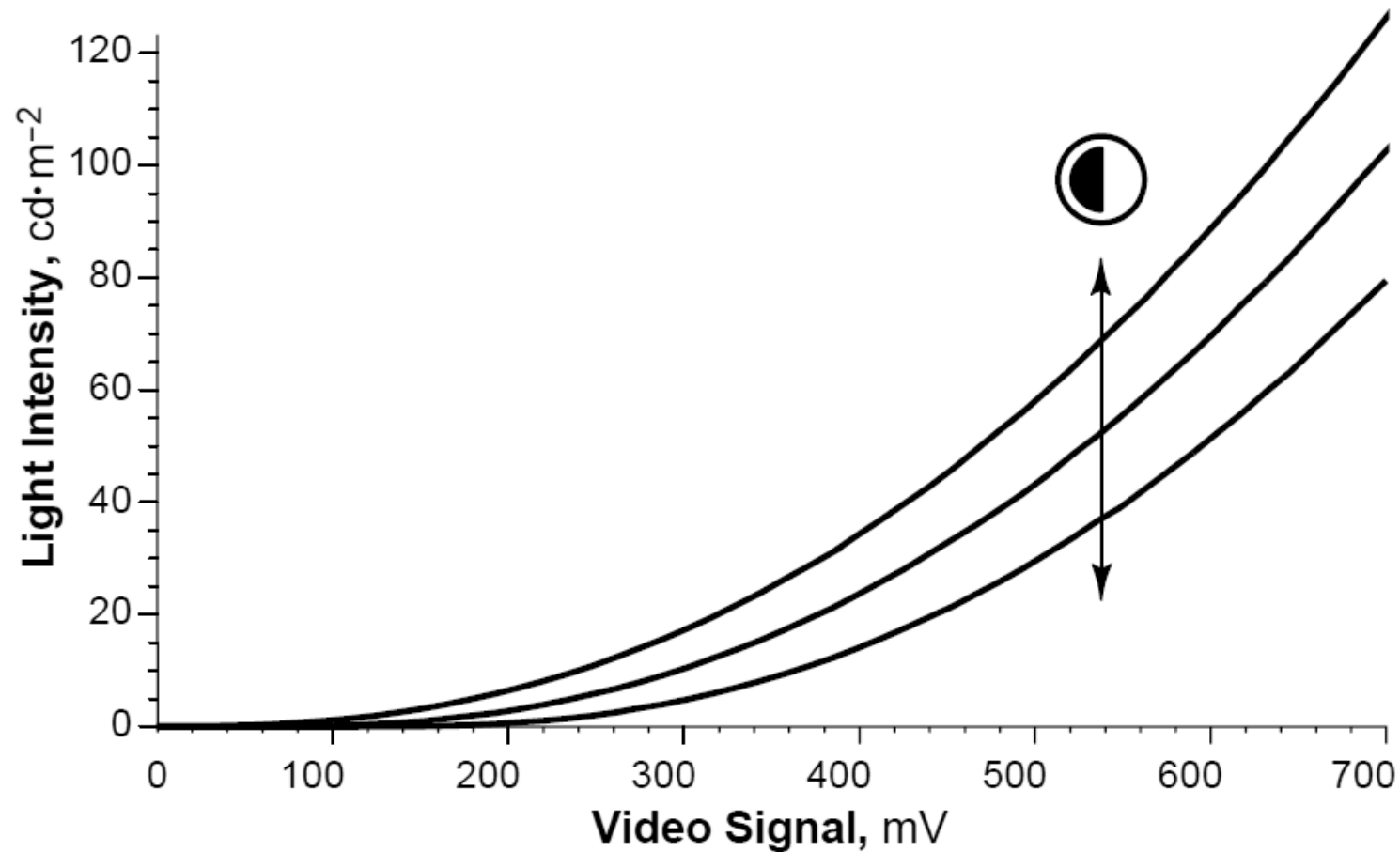
**Korekce „gamma“** se provádějí

- pro efektivní využití omezeného rozsahu pixelu ( $0 \div 255$ )
- pro zobrazení na zařízeních s jinou charakteristikou než CRT (např. tisk)
- pozor na skryté konverzní funkce (SGI, Macintosh..)!



# Monitor – kontrast („picture“)

Multiplikativní konstanta  $K$

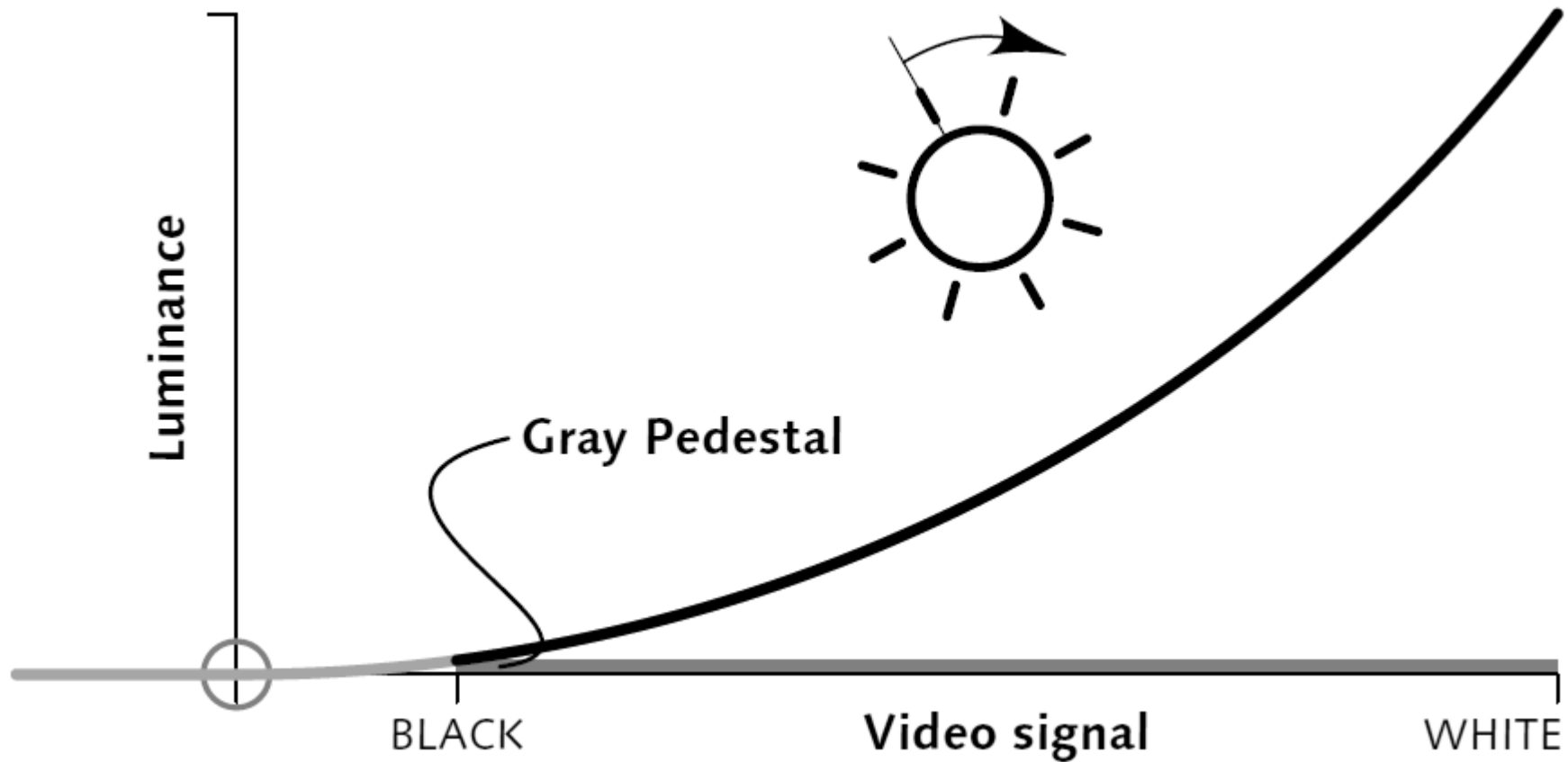


© Ch. Poynton



# Monitor – jas („black level“)

Posunutí vstupního argumentu  $\epsilon$

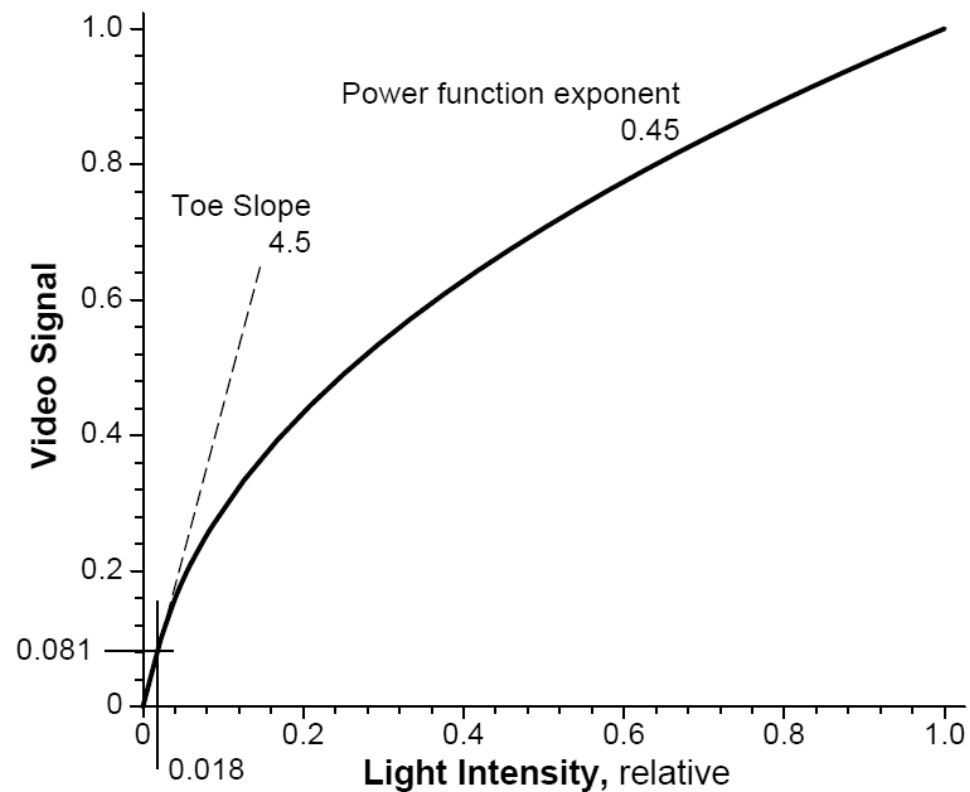


© Ch. Poynton



# Vstupní „Gamma korekce“

Transformace intenzity před uložením do RAM  
~ inverzní k nelinearitě CRT monitoru



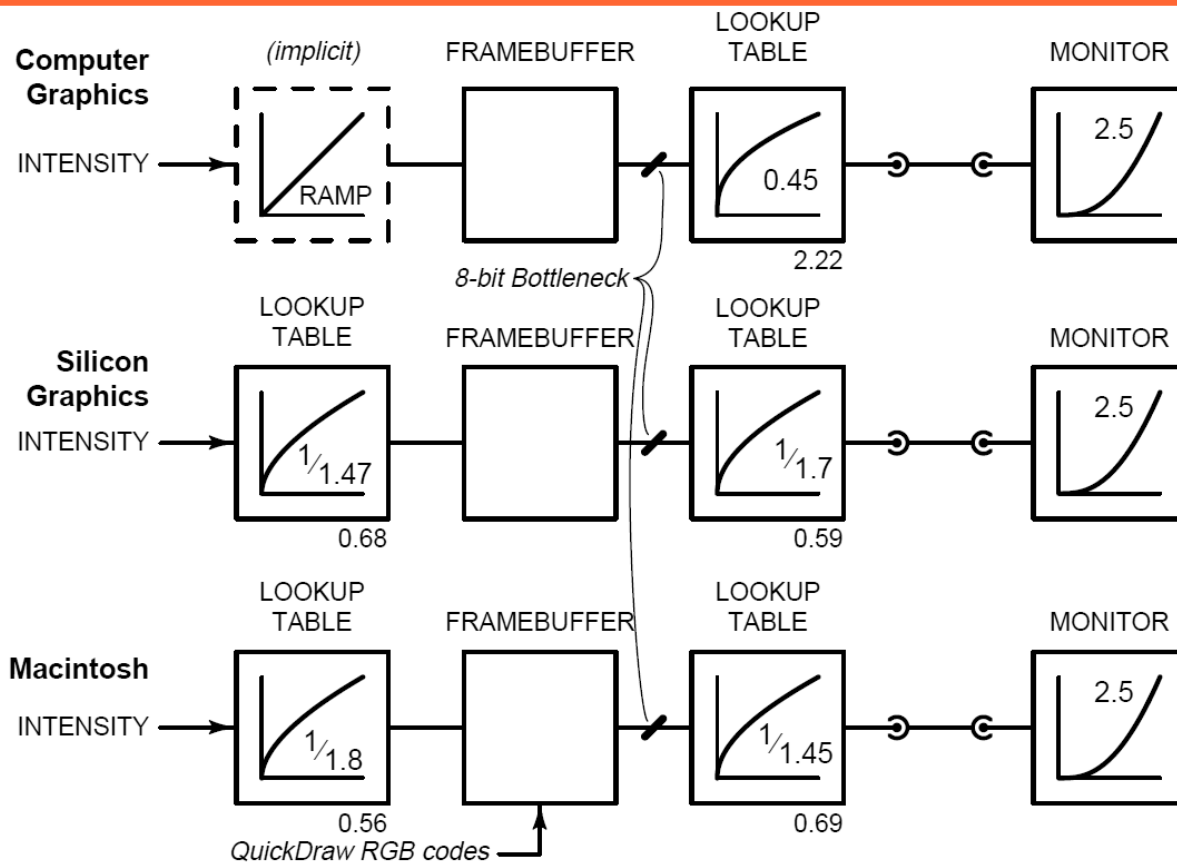
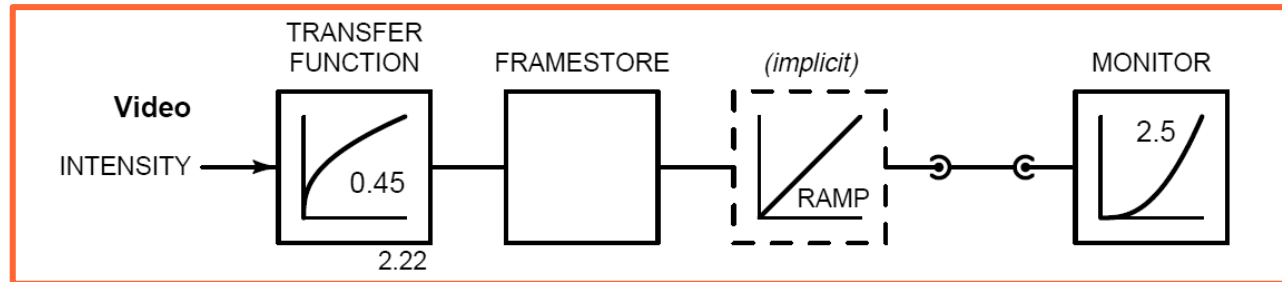
© Ch. Poynton





# Zpracování video-signálu

optimální



© Ch. Poynton

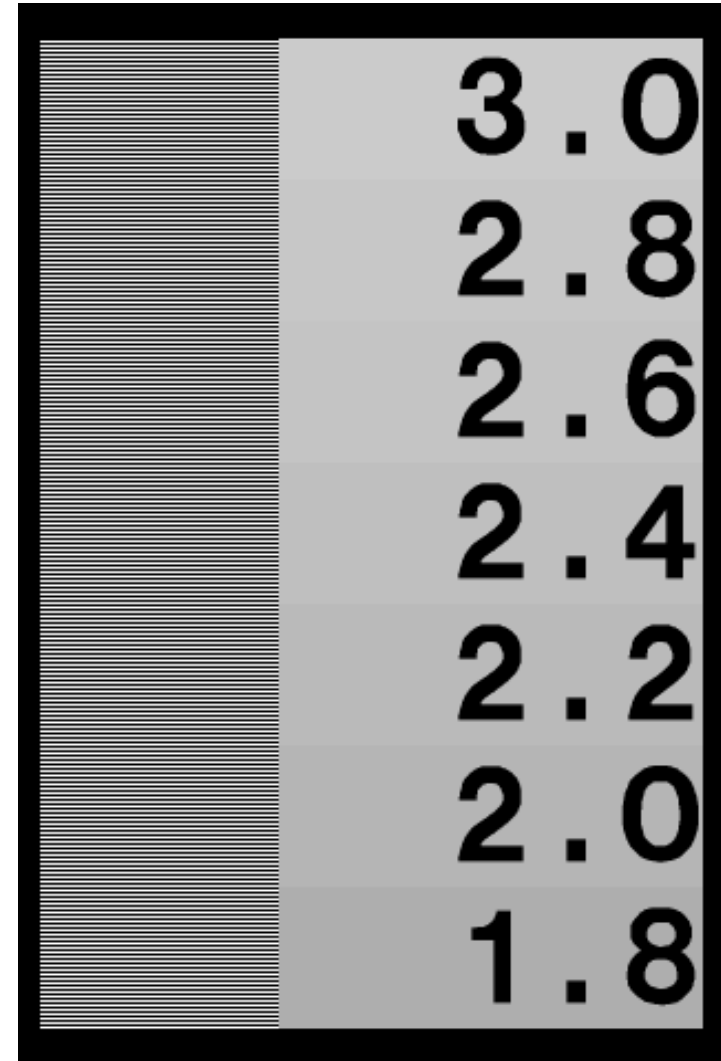


# Testovací obrázky

Vedle sebe zobrazují  $\frac{1}{2}$  odstín získaný půltóno-vacím rastrem a běžné šedé odstíny

– hledáme shodu

Můžeme odečíst exponent aktuálního zobrazení





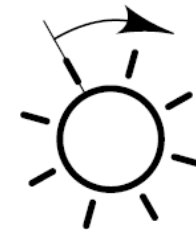
# Ladění monitoru – postup

1. **kontrast** na minimum



2. zobrazit absolutně černý obrázek

3. **jas** doladit tak, aby černá vůbec nesvítila (těsně)  
– jasovým prvkem už později nehýbat !



4. **kontrast** nastavit zpět na úroveň vhodnou pro světelné podmínky okolí





Další informace:

**Ch. Poynton: *The rehabilitation of gamma*,  
[www.poynton.com](http://www.poynton.com), 2004**

**Ch. Poynton: *FAQ about gamma*, [www.poynton.com](http://www.poynton.com), 1998**