

# shutter e flash

Ótica Aplicada  
para  
Fotografia Digital

Universidade do Minho – 2019-2020

## Aplicações do tempo de exposição



- Tempos longos:
  - ✓ em pouca luz
  - ✓ Para registar o rasto de movimento

Tempo de exposição: 5 s

## Aplicações do tempo de exposição



- Tempos curtos:
- ✓ “parar” o movimento
- ✓ Usar aberturas maiores
- ✓ Evitar fotos tremidas

Tempo de exposição:  
1/1600 s

© 2019 Vicente Fonseca

3

## O obturador (*shutter*)

- O tempo de exposição é controlado pelo obturador, responsável por iniciar e terminar a captação da imagem.
- Há várias tecnologias diferentes para implementar o obturador, cada qual com as suas vantagens e desvantagens.
- Três efeitos vão ser abordados nesta apresentação:
  - Distorção da imagem
  - Vibração
  - Sincronização com o flash

© 2019 Vicente Fonseca

4

## A função do obturador

- O obturador tem duas funções:
  - Iniciar a coleta de luz
  - Terminar a coleta de luz
- Idealmente o início e o fim seriam simultâneos para todos os pixels: possível mas caro
- Início:
  - Fácil, é possível eletronicamente fazer o *reset* simultâneo de todos os pixels
- Fim:
  - Difícil, não há nenhum mecanismo eletrônico barato que permita interromper a coleta de luz

© 2019 Vicente Fonseca

5

## Tipos comuns de obturadores

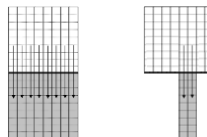
- Mecânicos
  - Obturador de plano focal
    - Muito comum: 1 por máquina fotográfica
    - Limitações no uso do flash
  - Obturador central
    - Raro: 1 por lente (médio e grande formato)
    - Maior flexibilidade no uso do flash
- Eletrônicos: silenciosos e sem vibrações
  - Rolling
  - Global



La Camara



La Camara



© 2019 Vicente Fonseca

6

## Como funciona o obturador mecânico



[http://www.youtube.com/watch\\_popup?v=fyqbluTzRVl](http://www.youtube.com/watch_popup?v=fyqbluTzRVl)

© 2019 Vicente Fonseca

7

## Câmaras com múltiplos obturadores

### Maioria das câmaras atuais com lentes intermutáveis:

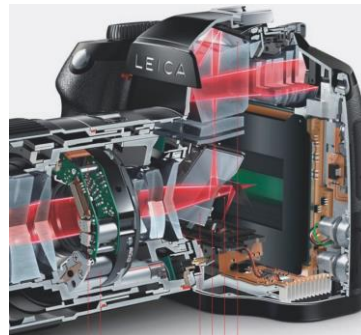
- Obturador mecânico
  - Fotografia
- Obturador eletrónico
  - Liveview
  - Filmagem
  - Fotografia

### Maioria das câmaras compactas:

- Obturador eletrónico

### Leica S2: dois obturadores mecânicos

- Obturador de plano focal
- Obturador central



<http://www.s.leica-camera.com/en/content/download/178/797/file/S2-Brochure-en.pdf>

© 2019 Vicente Fonseca

8

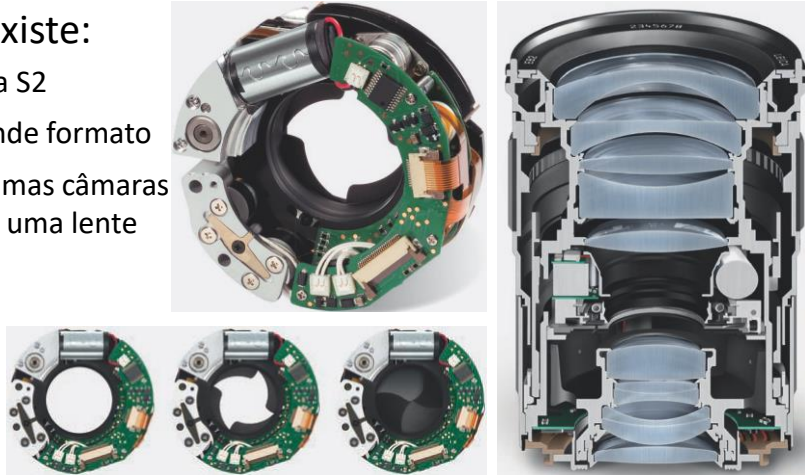
## Obturador central (*leaf shutter*)

- Existe:

Leica S2

Grande formato

Algumas câmaras  
com uma lente  
fixa



© 2019 Vicente Fonseca

9

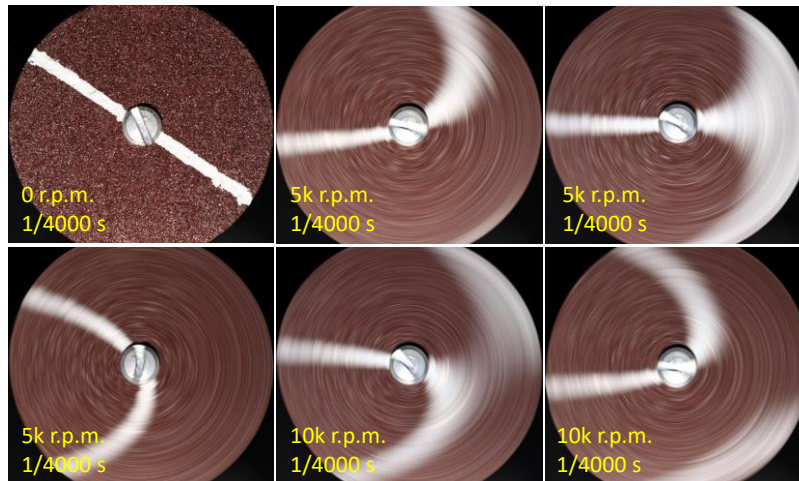
## Obturador de plano focal

- Tempo que demoram as cortinas a percorrer o sensor: 3 a 5 ms (valores típicos)
- Logo a parte de baixo da foto é obtida 3 a 5 ms mais cedo...
- Se o tempo de exposição da imagem for curto esse atraso pode criar deformações em objetos em movimento
- Para tempos de exposição longos não se nota o efeito
- Exemplo curioso:  
<https://www.youtube.com/watch?v=LVwmtwZLG88>

© 2019 Vicente Fonseca

10

## Fotografar um disco em rotação

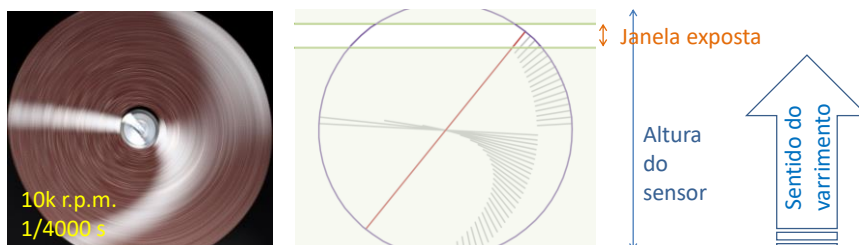


© 2019 Vicente Fonseca

11

## Explicação

- Tempo de exposição =  $1/4000 \text{ s} = 0.25 \text{ ms}$
- Tempo de varrimento das cortinas  $\approx 2.5 \text{ ms}$ 
  - Logo a janela exposta é uma tira de um décimo da altura
- Enquanto a janela exposta varre o sensor, o disco roda

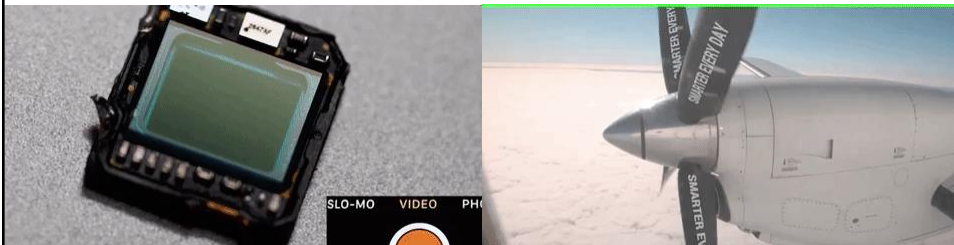


© 2019 Vicente Fonseca

12

## Rolling shutter: explicação

- Sites com exemplos / explicação do efeito:
  - <https://petapixel.com/2017/06/30/rolling-shutter-effect-works/>
  - <https://petapixel.com/2014/10/13/math-behind-rolling-shutter-phenomenon/>
  - <https://www.dpreview.com/articles/5816661591>

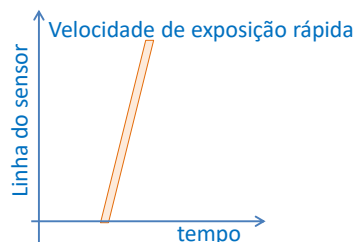
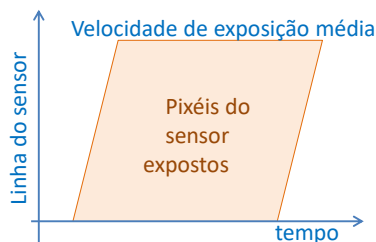


© 2019 Vicente Fonseca

13

## Exposição do sensor

- Exemplo (tempo de varrimento 2.5 ms, exposição 10 ms  $\leftrightarrow$  1/100 s)
  - linha de baixo exposta de  $t_1 = 0$  ms a  $t_2 = 10$  ms
  - linha do meio exposta de  $t_1 = 1.25$  ms a  $t_2 = 11.25$  ms
  - linha de cima exposta de  $t_1 = 2.5$  ms a  $t_2 = 12.5$  ms

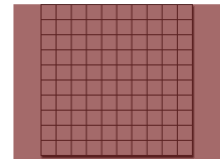
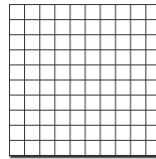


© 2019 Vicente Fonseca

14

## Rolling shutter

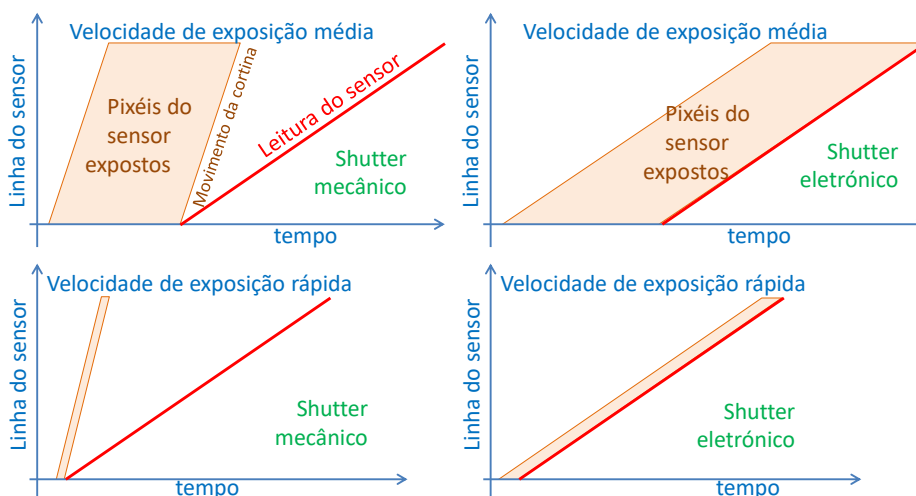
- O obturador eletrónico é muito mais lento a fazer a leitura do sensor (em vez de 2 a 5 ms de varrimento das cortinas do obturador mecânico podemos estar a falar de muitas dezenas de milissegundos)
- Por isso os efeitos veem-se em fotos com tempos de exposição menos curtos e, portanto, são muito mais comuns



© 2019 Vicente Fonseca

15

## Leitura do sensor



© 2019 Vicente Fonseca

16



## Exemplo 1

- Ambas as fotos foram tiradas com um tempo de exposição de  $1/320$  s.  
Como a da direita usa um *shutter* eletrónico o carro ficou deformado



<http://m43photo.blogspot.pt/2012/12/gh3-electronic-shutter.html>

© 2019 Vicente Fonseca

17

## Exemplo 2

- As fotos abaixo mostram este efeito. Ele pode ocorrer tanto com o obturador mecânico como com o eletrónico, mas é mais comum com este último



<http://www.dpreview.com/forums/post/55073987>

© 2019 Vicente Fonseca

18

## O problema da vibração

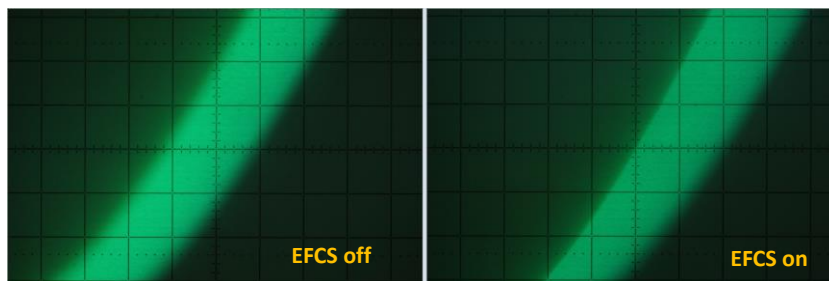
- Com sensores cada vez com maior resolução e lentes a condizer está a tornar-se mais crítico eliminar as vibrações devidas às cortinas do obturador. Essas vibrações causam fotos tremidas
- A principal causa dessas vibrações é a primeira cortina e muitas máquinas substituem-na por uma eletrónica (EFCS = *Eletronic First Courtin Shutter*)
- A ideia é ter o melhor dos dois mundos:
  - Evitar o *rolling shutter* do obturador eletrónico
  - Evitar as vibrações do obturador mecânico

© 2019 Vicente Fonseca

19

## EFCS – má sincronização

- O ritmo do varrimento da cortina eletrónica devia reproduzir o ritmo do varrimento da cortina mecânica e tal não acontece...


<http://www.dpreview.com/forums/post/54108100>

© 2019 Vicente Fonseca

20

## EFCS – má sincronização

- O efeito pode ser um lado da foto aparecer mais escuro (ou mais claro) quando se usam tempos de exposição muito curtos

Tempo de exposição das fotos:  
1/8000 s



<http://www.dpreview.com/forums/post/55774903>

© 2019 Vicente Fonseca

21

## Vibração com obturador eletrónico

- Foto tirada com o obturador eletrónico
  - À esquerda da linha vermelha está nítida
  - À direita dessa linha está desfocada
  - Tempo de exposição: 1/1000 s
  - Tempo de varrimento: ? 20 a 50 vezes mais longo



<http://www.dpreview.com/forums/post/56499436>

© 2019 Vicente Fonseca

22

## Incompatibilidade com o flash

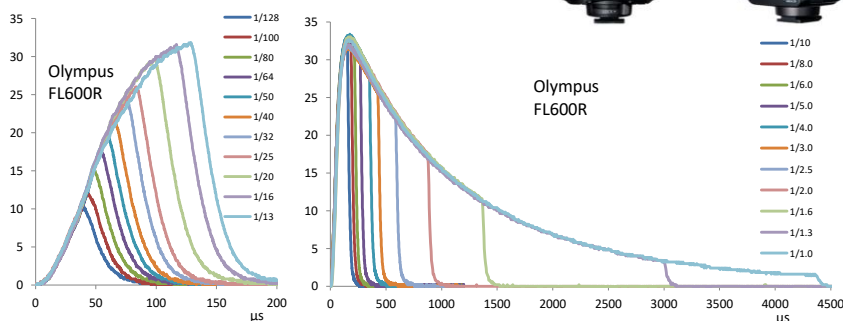
- O flash tem uma duração típica inferior a ou da ordem de 1 ms
- O tempo de varrimento das cortinas típico (do obturador mecânico) é de alguns milissegundos
- Para uma iluminação uniforme do sensor pelo flash, este tem de acontecer com o sensor todo exposto.
- Velocidades máximas típicas de sincronismo: 1/160 s, **1/200 s**, 1/250 s, 1/ 320 s, etc.

© 2019 Vicente Fonseca

23

## Flash Olympus FL600R

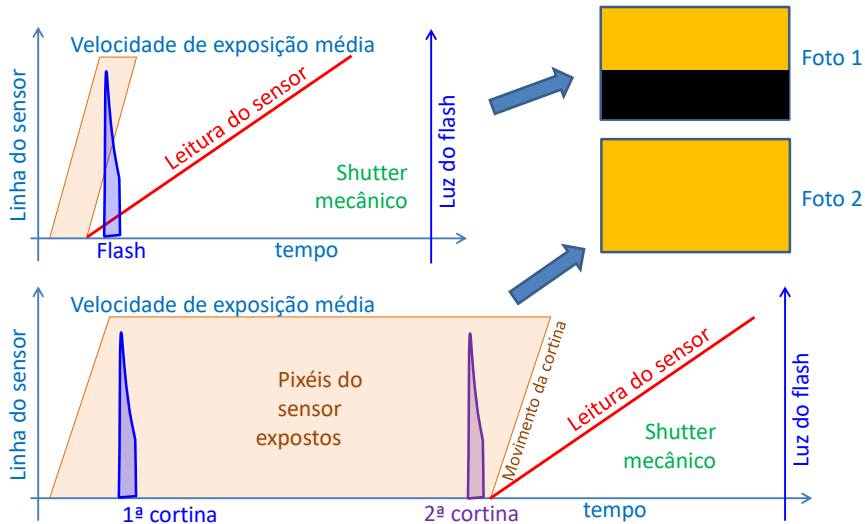
- Este flash vai a 1/128 da intensidade máxima (opção de 2 ou 3 passos por stop)
- A menor duração de um pulso é cerca de  $60 \mu\text{s} = (1/1600) \text{ s}$
- A máxima potência corresponde a 4.5 ms



© 2019 Vicente Fonseca

24

## Leitura do sensor



© 2019 Vicente Fonseca

25

## Flash e velocidade de sincronização

- O flash é um pulso curto de luz, tipicamente muito mais curto que o tempo que as cortinas do sensor demoram a percorrê-lo
- Por isso o flash só pode ocorrer quando o sensor estiver totalmente exposto
- O tempo de exposição mínimo para uma foto correta é igual à soma do tempo que as cortinas demoram a percorrer o sensor mais a duração do flash.
- Daí a velocidade máxima compatível com o uso do flash (chamada **velocidade de sincronização**) ser  $1/250 \text{ s}$  ( $= 0.004 \text{ s}$ ) ou  $1/200 \text{ s}$  ( $= 0.005 \text{ s}$ ) ou etc.

© 2019 Vicente Fonseca

26

## Flash como luz contínua

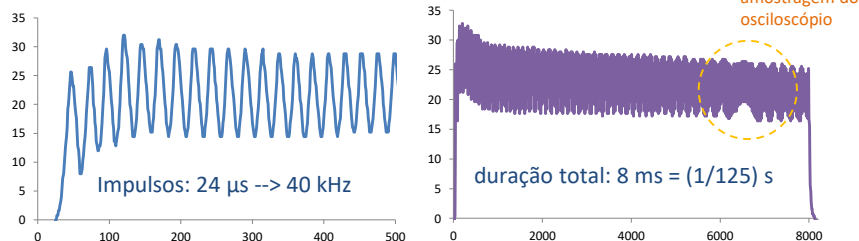
- Para tempos mais curtos do que a velocidade de sincronização do flash nem toda a foto é iluminada pelo flash. Contudo, muitas vezes é necessário usar flash com tempos de exposição mais curtos (quando há muita luz ambiente)
- Há duas soluções:
  - simular uma luz contínua com o flash emitindo muitos pulsos curtos de luz (HSS = High Speed Sync)
  - Criar um pulso de luz mais longo e esperar que não se note na foto a variação da intensidade do flash (Hi-Sync ou HyperSync)
- Site de uma marca (/!\):  
<http://www.elinchrom.com/learn/hss-hs.html>

© 2019 Vicente Fonseca

27

## O flash como fonte de luz contínua

- Para tempos de exposição curtos, em que o sensor não está completamente exposto em nenhum momento, só se podem usar fontes de luz contínuas.
- Alguns flashes simulam essa situação, mas a quantidade de luz emitida é muito reduzida



© 2019 Vicente Fonseca

28

## Enigma

Um turista tirou a foto ao lado. Para seu espanto um raio de luz subia (ou descia?) da pirâmide. Ninguém viu o fenómeno, só a máquina fotográfica. Qual a explicação?



<http://www.livescience.com/18692-mayan-light-beam-photo.html>