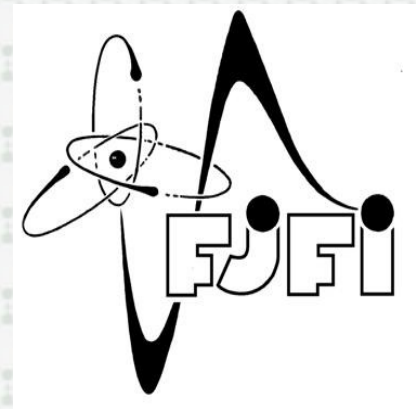
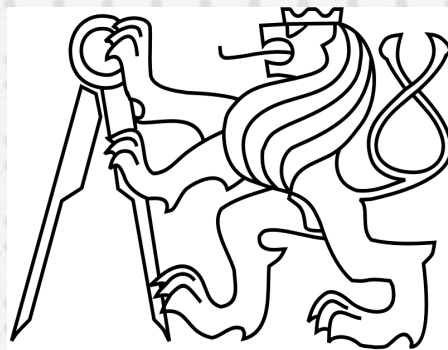


Metody Q spínání

Tomáš Staněk

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská



Q spínání

- V režimu volné generace generuje laser sled více či méně uspořádaných peaků – *relaxační oscilace*
- Zasažením do dějů vzniku stimulované emise, lze relaxačním oscilacím zabránit a získat kvalitnější impulz
- Principem je ovlivnění činitele jakosti rezonátoru

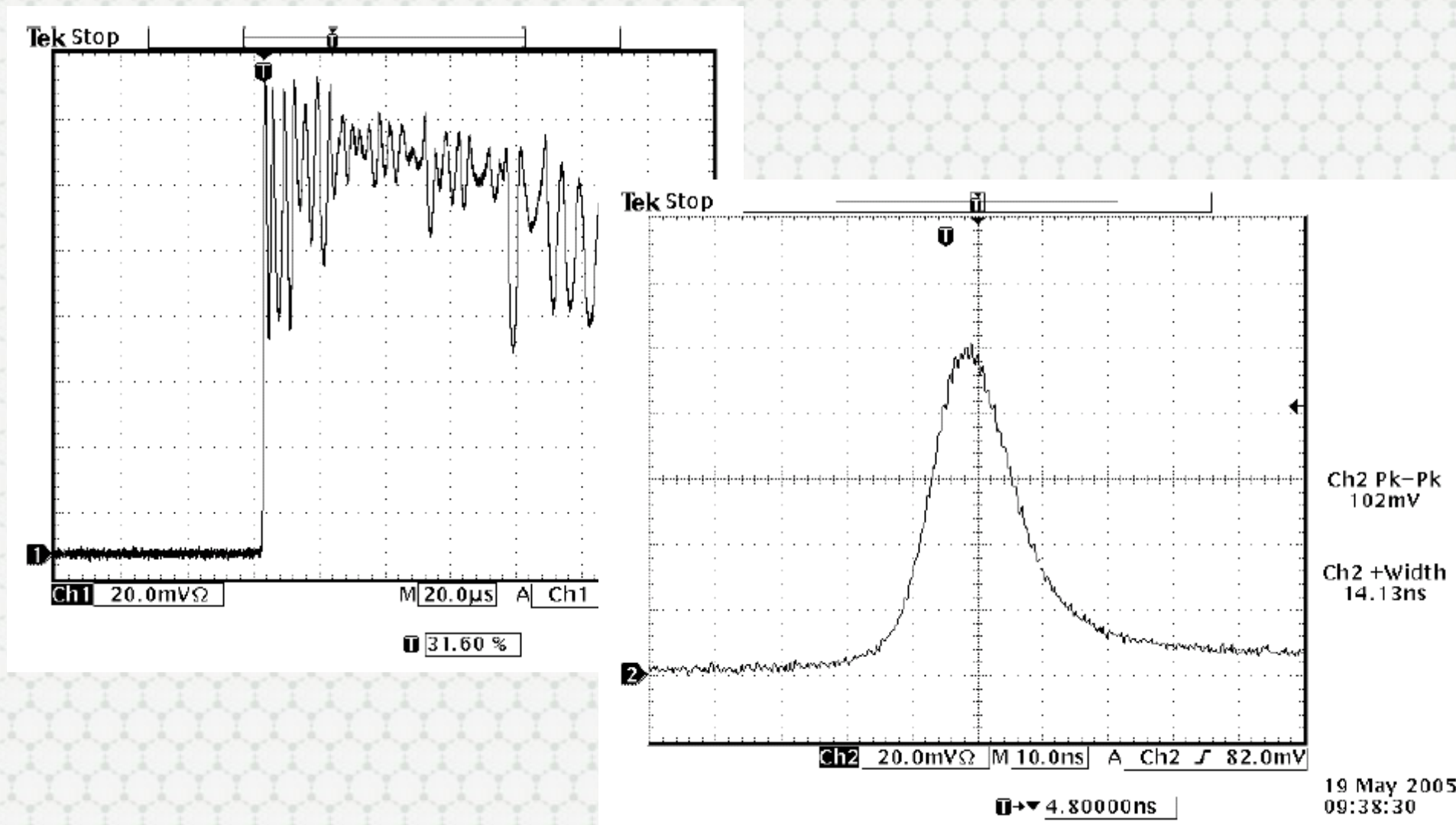
$$Q = \frac{2\pi E}{T\left(-\frac{dE}{dt}\right)} = \frac{2\pi \nu E}{\left(-\frac{dE}{dt}\right)}$$

- Q spínání = metoda řízení velikosti činitele jakosti za běhu laseru

Princip Q spínání

- Během buzení se mění činitel jakosti
 - ✓ Jedno ze zrcadel je vyřazeno závěrkou – Q spínače
 - ✓ => činitel jakosti je malý – brání režimu volné generace
 - ✓ Pokračuje buzení => roste inverze
- Závěrka je pak rychle otevřena
 - ✓ Kvalita rezonátoru prudce vzroste
 - ✓ Všechny atomy aktivního prostředí vyzáří téměř najednou
 - ✓ => krátký impuls (10 – 50 ns) o vysokém výkonu (1 – 100 MW)
 - ✓ Vlastnosti impulsu závisí na rychlosti závěrky, aktivním prostředí, rychlosti buzení
 - ✓ Je nutná dlouhá doba života na horní laserové hladině

Q spínání



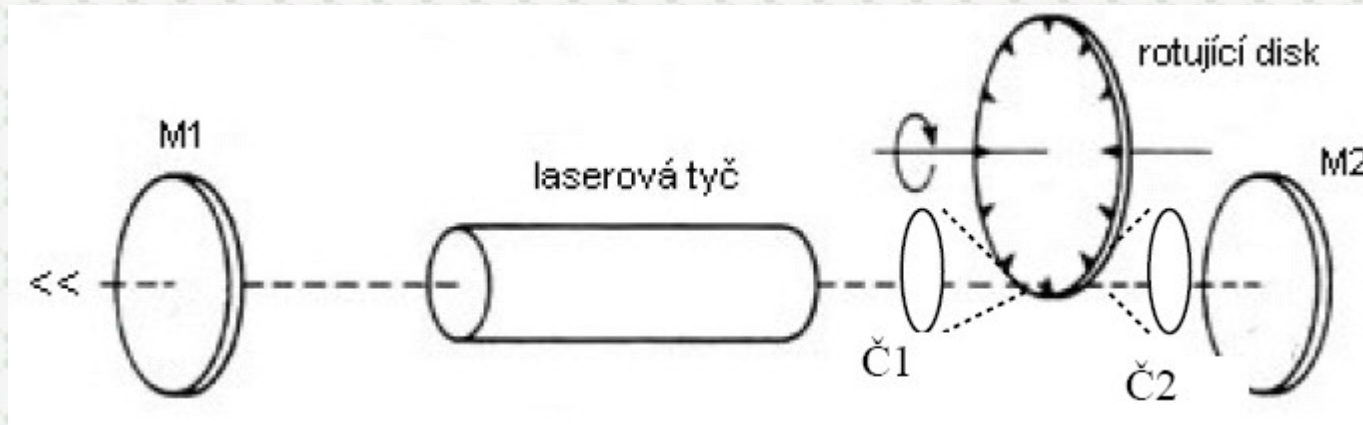
Obr .1: Impulz v režimu volné generace a Q spínání

Metody Q spínání

- Q spínače se dělí:
 - ✓ Aktivní (elektrooptický, ...)
 - ✓ Pasivní (saturovatelný absorbér)
- Dělení dle principu činnosti:
 - ✓ Opticko-mechanický
 - ✓ Elektrooptický
 - ✓ Akustooptický
 - ✓ Saturovatelné absorbéry

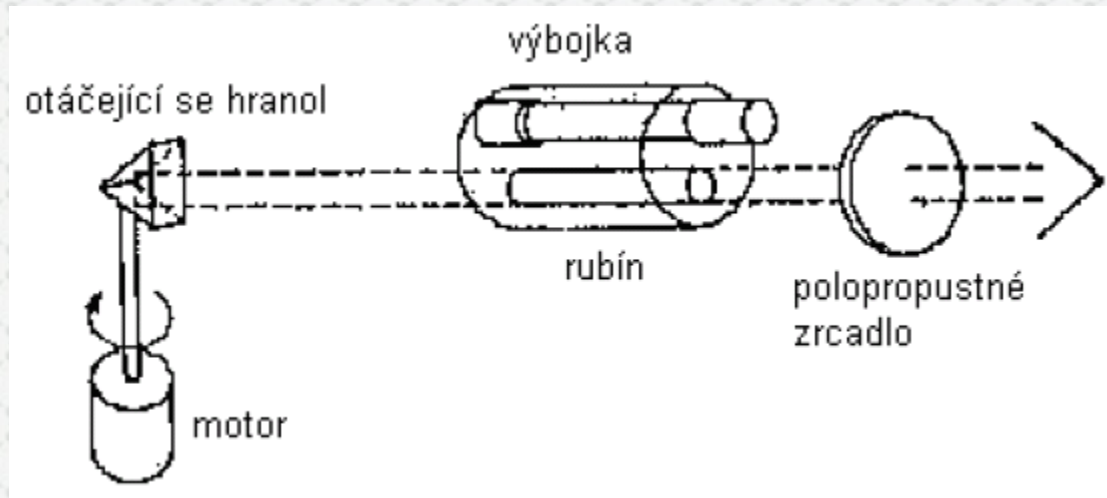


Rotující disk



- Klady: x
- Nedostatky:
 - ✓ Dlouhá doba sepnutí (μs)
 - ✓ Ničení okrajů otvorů v disku jiskrou

Rotující hranol (zrcadlo)



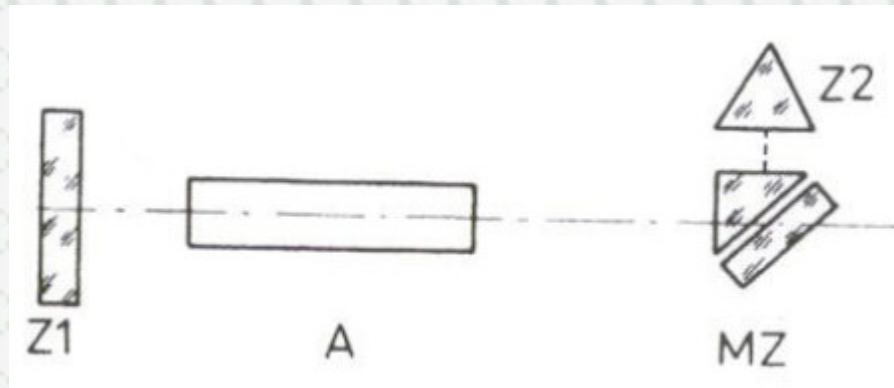
→ Klady:

- ✓ Díky hranolu není náchylné na nepřesnost v nastavení osy
- ✓ Levné, bez dvojlomných efektů
- ✓ Sepnutí $0,1 \mu\text{s}$ při cca 20000 otáček/min

→ Nedostatky:

- ✓ Tendence emitovat mnohonásobné pulzy
- ✓ Vysoké nároky na údržbu

Translační posun zrcadla



→ Vlastnosti:

- ✓ Princip změny velikosti vzduchové mezery – mění intenzitu odraženého světla
- ✓ Piezo posun
- ✓ Rychlost 5 - 10 μs

Elektrooptické Q spínání

→ Princip činnosti:

- ✓ Založeno na Pockelsově / Kerrově jevu
- ✓ Vnější pole způsobuje dvojlom – fázový posun mezi dvěma polarizacema
- ✓ $\lambda/4$ - lineární \Rightarrow kruhová; $\lambda/2$ – stočení roviny polarizace

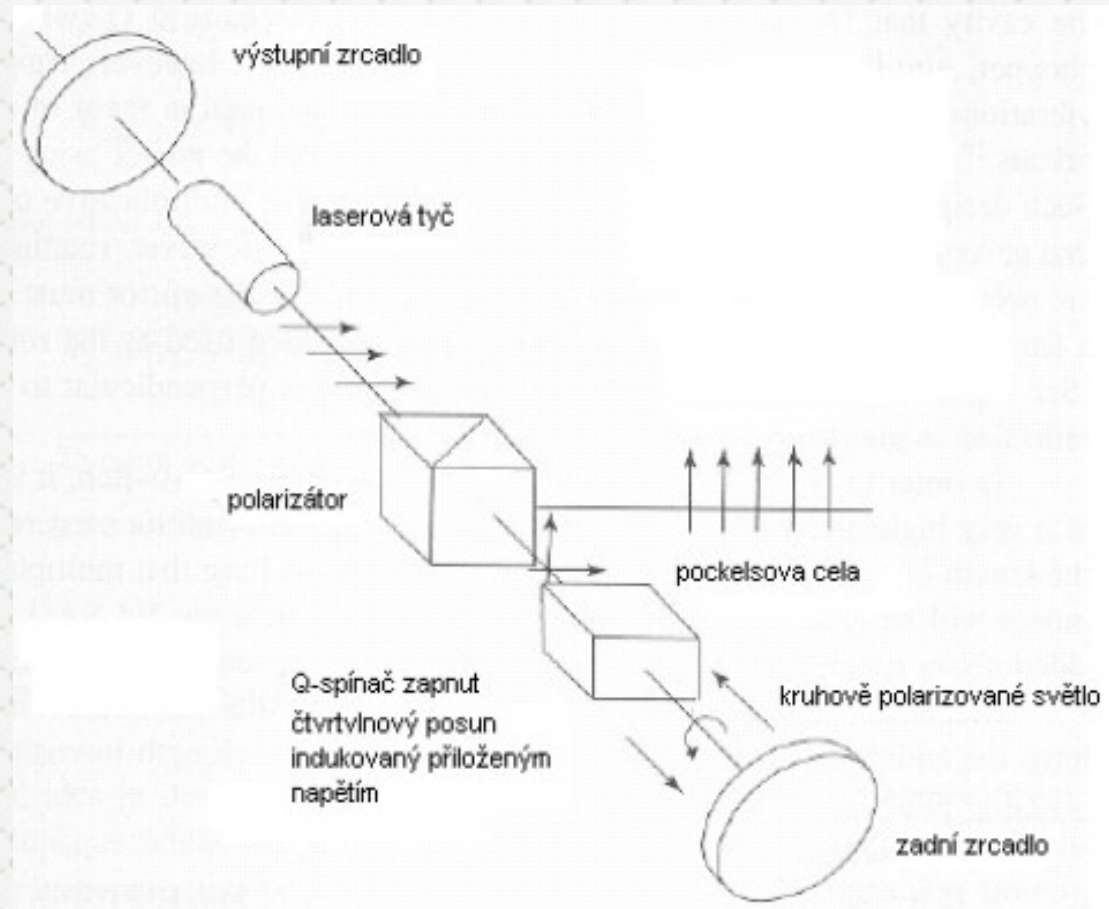
→ Využívané cely:

- ✓ Pockelsova cely s podélně aplikovaným polem (půlvlné napětí závisí na délce materiálu – žádné rušivé piezoefekty)
- ✓ Pockelsova cely s příčně aplikovaným polem (půlvlné napětí závislé na délce materiálu – možnost ovlivňovat nutné napětí poměrem l/d)
- ✓ Kerrova cely (používá se nitrobenzen, drahé, složité, vysoké napětí)

Elektrooptický spínač – čtvrtvlnné schéma

→ Princip:

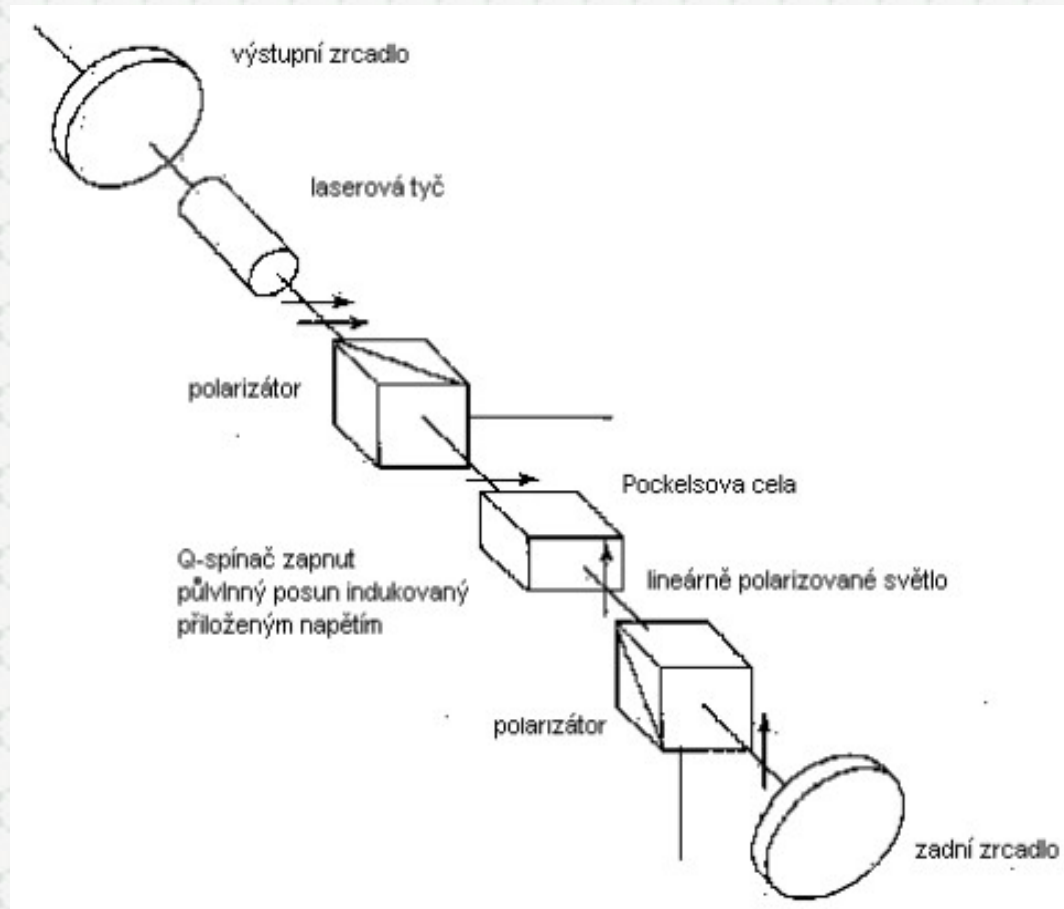
- ✓ Napětí během čerpání: ON
- ✓ LP světlo => cela
- ✓ => kruhová polarizace =>
- ✓ Odraz => cela =>
- ✓ LP ale stočené o 90°
- ✓ Neprojde polarizátorem
- ✓ Sepnutí vypnutím napětí
- ✓ KDP, ADP, ...
- ✓ Rychlé, nízký jitter



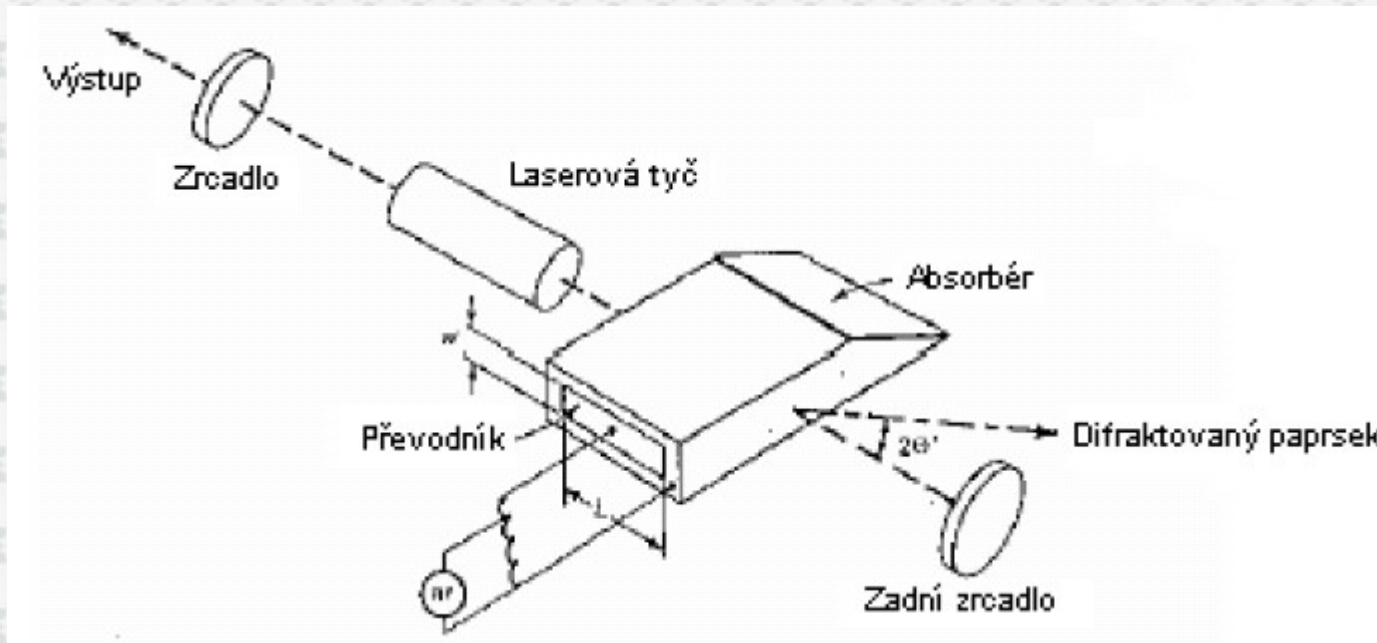
Elektrooptický spínač – půlvlnné schéma

→ Princip:

- ✓ Zkřížené polarizátory
- ✓ Během čerpání – napětí OFF
- ✓ Zkřížené polarizátory – minimální Q
- ✓ Sepnutí sepnutím napětí:
- ✓ LP svazek =>
- ✓ Cela – otočení o 90°
- ✓ Odraz => cela =>
- ✓ Další otočení o 90°
- ✓ => průchod polarizátorem
- ✓ LiNbO₃



Akustooptický spínač



→ Princip:

- ✓ Difrakce světla na mřížce vytvořené v materiálu šířící se akustickou vlnou
- ✓ Světlo je odkláněno zcela mimo dutinu
- ✓ Používá se opticky transparentní materiál – blok taveného křemene

Saturevatelný absorbér

→ Princip:

- ✓ Využívá se absorbér se silnou nelinearitou transmitance v závislosti na dopadající intenzitě v blízkosti 100 % zrcadla
- ✓ “vybělení” excitací atomů absorbéro
- ✓ Nutná krátká doba života v excitovaném stavu

→ Materiály: kapalně, polovodičové

→ Výhoda: cena, jednoduchost

→ Nedostatky:

- ✓ Nestabilita barviv
- ✓ Absorpční ztráty
- ✓ Jitter (neurčitá doba sepnutí)

Zdroj: Prof. Jelínková: Materiály k předmětu LT2

Děkuji za pozornost