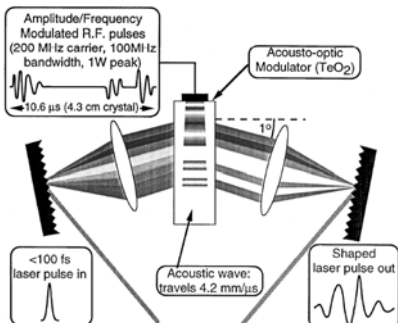
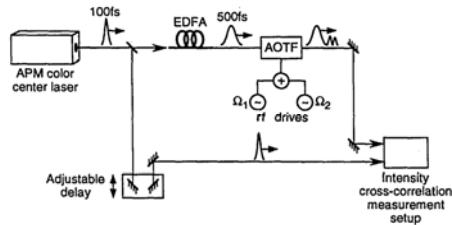


## AO řízení disperze ultrakrátkých optických impulsů acousto-optic programmable dispersive filter (AOPDF)

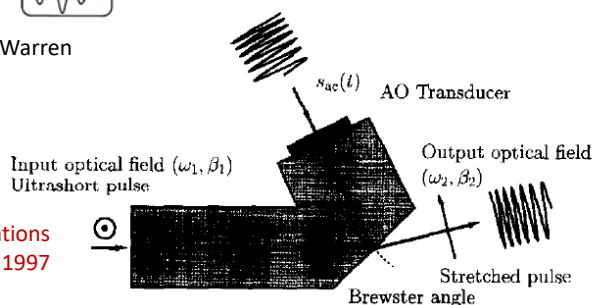


M. A. Dugan, J. X. Tull, W. S. Warren  
JOSA B **14**,2348-2358, 1997



M. E. Fermann, V. da Silva, D. A. Smith,  
Y. Silberberg, A. M. Weiner  
Optics Letters **18**, 1505-1507, 1993

P. Tournois: Optics Communications  
**140**, 245-249, 1997



## Acousto-optic dispersion control of ultrashort optical pulses ("Dazzler" fundamentals)

M. E. Fermann, V. da Silva, D. A. Smith, Y. Silberberg, A. M. Weiner: Shaping of ultrashort optical pulses by using an integrated acousto-optic tunable filter. Optics Letters **18**, 1505-1507, 1993

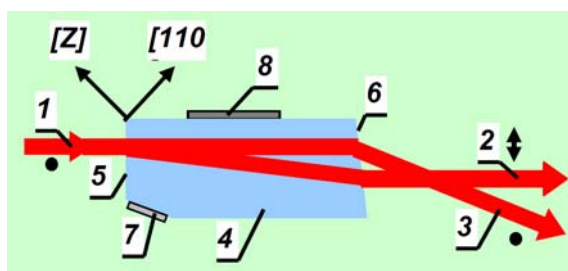
M. A. Dugan, J. X. Tull, W. S. Warren: High-resolution acousto-optic shaping of unamplified and amplified femtosecond laser pulses. JOSA B **14**,2348-2358, 1997

P. Tournois: Acousto-optic programmable dispersive filter for adaptive compensation of group delay time dispersion in laser systems. Optics Communications **140**, 245-249, 1997

F. Verluise, V. Laude, J.-P. Huignard, P. Tournois: Arbitrary dispersion control of ultrashort optical pulses with acoustic waves. JOSA B, **17**, 138-145, 2000.

F. Verluise, V. Laude, Z. Cheng, Ch. Spielmann, P. Tournois: Amplitude and phase control of ultrashort pulses by use of an acousto-optic programmable dispersive filter: pulse compression and shaping. Optics Letters **25**, 8, 575-577, 2000.

V. Ya. Molchanov, S. I. Chizhikov, O. Yu. Makarov: Interaction between femtosecond radiation and sound in a light dispersive delay lines using effect of strong elastic anisotropy. J. Phys.: Conf. Ser. **278**, 012016, 2011.



Optical scheme of light dispersive delay line:

1. incoming beam;
2. diffracted beam;
3. non-diffracted beam;
4. TeO2 crystal;
5. input optical facet;
6. output facet;
7. transducer;
8. acoustic absorber.

### Nejčastěji využívaný fyzikální princip: (kvazi)kolineární akustooptická interakce

Základní aproximace elementárního odvození:

1. dostatečně silná časově proměnná akustická vlna
2. přiblížení nezeslabené dopadající optické vlny
3. (rychlost šíření akustické vlny zanedbatelně malá)

Optické záření:

$$\mathbf{E}(z, t) = \mathbf{e}_i \int_0^{\infty} a_i(z, \omega) e^{-i\omega t} d\omega + \mathbf{e}_d \int_0^{\infty} a_d(z, \omega) e^{-i\omega t} d\omega, \quad \mathbf{e}_i \cdot \mathbf{e}_d = 0.$$

$a_i$  je komplexní amplituda dopadajícího záření,  
 $a_d$  difraktovaného záření, polarizace obou vln jsou ortogonální.

Akustická vlna (buzená elektrickým signálem *obecného tvaru*)  
 způsobuje modulaci *tenzoru permitivity*:

$$\Delta \epsilon \approx \Delta \epsilon(z) e^{iK_a(z)z}$$

Doba průchodu optického signálu vzorkem je mnohem kratší než perioda akustické vlny, proto lze přibližně zanedbat pohyb akustické vlny.

Komplexní amplitudy optických vln jsou spolu svázány soustavou vázaných rovnic

$$\begin{aligned} \frac{da_i(z, \omega)}{dz} &\approx ik_i(\omega)a_i(z, \omega) + \cancel{ik_d(z, \omega)a_d(z, \omega)} & \kappa(z, \omega) &\approx \frac{k_0}{4} \mathbf{e}_i \cdot \Delta \epsilon(z) \cdot \mathbf{e}_d e^{iK_a(z)z} = \\ & & &= \frac{\omega}{4c} \Delta \epsilon_{id} e^{iK_a(z)z} \\ \frac{da_d(z, \omega)}{dz} &\approx ik_d(\omega)a_d(z, \omega) + ik_i(z, \omega)a_i(z, \omega). \end{aligned}$$

Zanedbáme-li zpětný vliv difraktované vlny na dopadající vlnu, získáme

$$a_i(z, \omega) \approx a_i(0, \omega) \exp[ik_i(\omega)z];$$

Položme

$$a_d(z, \omega) = A_d(z, \omega) \exp[ik_d(\omega)z];$$

$$\frac{da_d(z, \omega)}{dz} = \underbrace{ik_d(\omega)a_d(z, \omega)} + e^{ik_d(\omega)z} \frac{dA_d(z, \omega)}{dz} \approx \underbrace{ik_d(\omega)a_d(z, \omega)} + ik_i(z, \omega)a_i(0, \omega)e^{ik_i(\omega)z}$$

Pak  $\frac{dA_d(z, \omega)}{dz} \approx ik_i(z, \omega)e^{i[k_i(\omega)-k_d(\omega)]z} a_i(0, \omega)$  neboli

$$A_d(L, \omega) \approx i \int_0^L \kappa(z, \omega) e^{i[k_i(\omega)-k_d(\omega)]z} dz a_i(0, \omega); \quad a_d(L, \omega) = A_d(L, \omega) e^{ik_d(\omega)L}$$

$$a_d(L, \omega) \approx i \int_0^L \kappa(z, \omega) \exp[i(k_i(\omega)z + k_d(\omega)(L-z))] dz a_i(0, \omega),$$

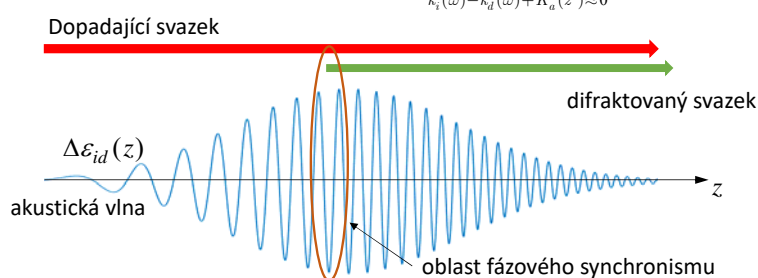
Spektrum difraktovaného signálu na výstupu z akustooptického prvku lze tedy přibližně vyjádřit jako součin spektra signálu na vstupu a přenosové funkce:

$$a_d(L, \omega) \approx H(\omega) a_i(0, \omega),$$

$$H(\omega) \approx i \int_0^L \kappa(z, \omega) \exp \left[ i \left( \underset{\substack{\uparrow \\ \text{disperze} \\ \text{dopadající vlny}}}{k_i(\omega)} z + \underset{\substack{\uparrow \\ \text{disperze} \\ \text{difraktované vlny}}}{k_d(\omega)} (L - z) \right) \right] dz.$$

Dosadíme výraz pro  $\Delta \varepsilon(z)$  :

$$H(\omega) \approx i \frac{\omega}{4c} \exp(i k_d(\omega) L) \int_0^L \Delta \varepsilon_{id}(z) \underbrace{e^{i [k_i(\omega) - k_d(\omega) + K_a(z)] z}}_{\substack{\text{významný příspěvek pouze pokud} \\ k_i(\omega) - k_d(\omega) + K_a(z) \approx 0}} dz.$$



## Dazzler



### Ultrafast pulse shaper

Dazzlers (or AOPDF) products are turn-key ultrafast pulse shaping systems, performing simultaneous and independent spectral phase and amplitude programming of ultrafast laser pulses.

With over 500 systems installed worldwide, the Dazzler is the reference tool for your pulse shaping applications.



Ale pozor: není Dazzler jako Dazzler...!



## Dazzler

Weapon

A dazzler is a non-lethal weapon which uses intense directed radiation to temporarily disable its target with flash blindness. Targets can include sensors or human vision. Initially developed for military use, non-military products are becoming available for use in law enforcement and security. [Wikipedia](#)