LCD projektory

LCD projektory jsou založeny na technologii LCD (*Liquid Crystal Device*). Zdrojem světla je v těchto projektorech většinou rtuťová výbojka, která má vysokou světelnou účinnost a dlouhou životnost. Tlak rtuti ve výbojce je řádově 20 MPa.

Dříve, než popíšeme vlastní projektor typu 3LCD, je dobré si uvědomit, jaké typy LCD panelů existují.

Označení 3LCD se někdy neuvádí, protože se v praxi používá téměř výhradně pouze tento typ projektorů. To jsou projektory, které mají tři LCD panely (pro každou barvu RGB modelu jednu). Existují ještě projektory s technologií 1LCD, ale ty nejsou tak kvalitní - právě proto, že mají pouze jeden LCD panel.

Základní rozdělení LCD panelů tedy je:

1. pasivní LCD panely;
2. aktivní LCD panely.

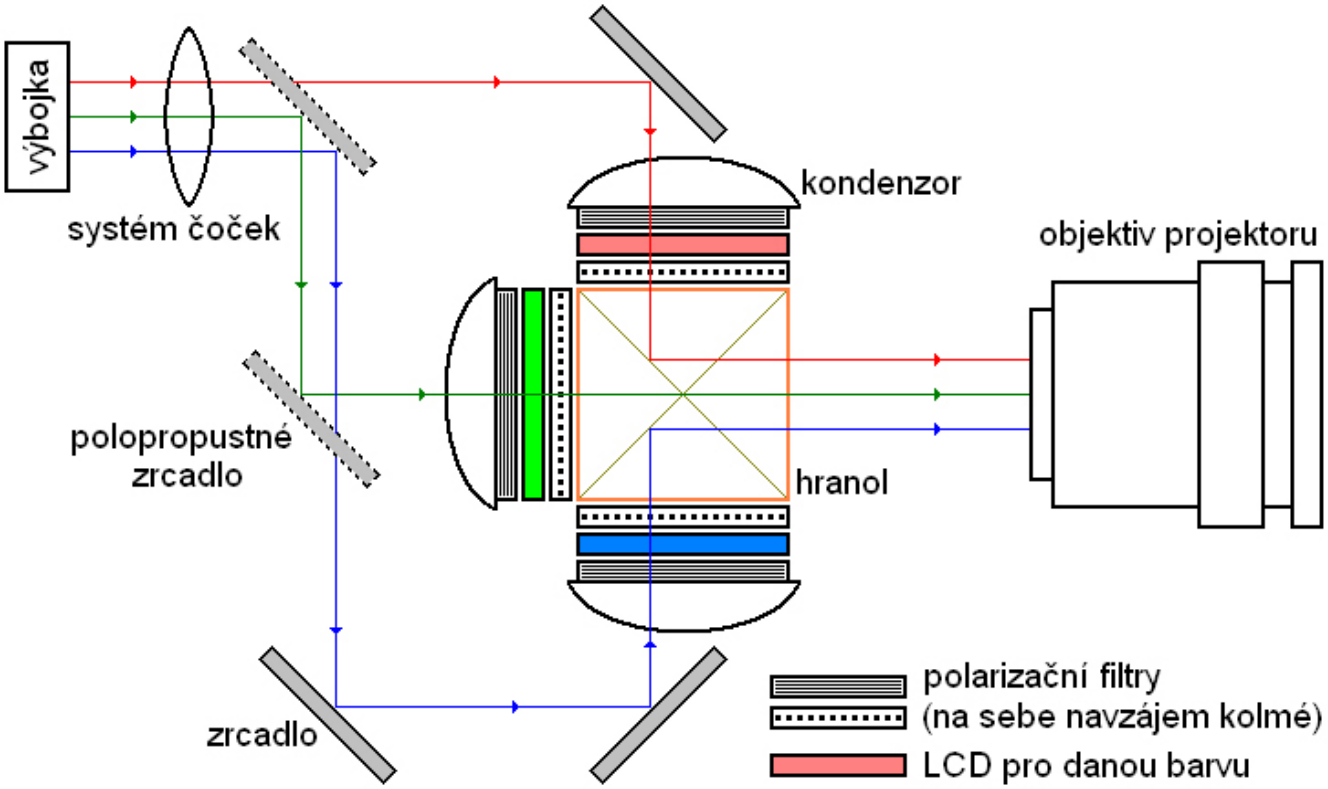
Pasivní LCD panely mohou být dvou různých typů:

1. TN (*Twisted Nematic*) - nejstarší typ panelů, které mají sice rychlou odezvu a nízké výrobní náklady, ale zobrazují pouze 6bitové barvy a mají malé pozorovací úhly. Používají se zejména jako displeje v kalkulačkách.
2. STN (*Super Twisted Nematic*) - používají se v LCD panelech v mobilních telefonech, …

Aktivní LCD panely jsou opět dvou základních typů:

1. TFD (*Thin Film Diode*) - technologie založená na skutečnosti, že pod každým pixelem panelu je umístněna dioda a každý pixel je tak ovládán (rozsvěcován a zhasínán) individuálně. Tato technologie se používá v mobilních telefonech, navigačních přístrojích do automobilů, …
2. TFT (*Thin Film Tranzistor*) - technologie, která místo diod používá miniaturní tranzistory umístěné pod každým pixelem.

Základní princip LCD projektoru je zobrazen na obr. 268. Světlo vycházející z lampy přístroje dopadá na soustavu dichroických zrcadel (polopropustných zrcadel), která se obecně využívají v barvodělících soustavách k rozdělení bílého světla na základní barvy RGB modelu. Prvním dichroickým zrcadlem prochází červená složka světla, ostatní (tj. zelená složka a modrá složka) se odrážejí. Světlo v doplňkové barvě (tj. azurové barvě) pokračuje k dalšímu dichroickému zrcadlu. Na něm nastává odraz světla zelené barvy, zatímco modré světlo pokračuje dále. Tato zrcadla se vyrábějí tak, že na skleněnou desku se nanáší tenká vrstva odrážející světlo pouze dané barvy (tj. světlo dané vlnové délky).



Obr. 268

Optická soustava zpracovávající světlo z výbojky projektoru pokračuje dále polarizačními filtry a LCD panelem. Do LCD panelu je přiváděn elektrický proud (odpovídající televiznímu signálu), na základě kterého je v LCD panelu vytvářen obraz odpovídající tomuto elektrickému proudu. Pak světla tří základních barev RGB modelu (nesoucí informaci o vytvářeném obrazu) dopadají na dichroický hranol, ve kterém se skládají do výsledného světla (resp. obrazu). Odtud světlo prochází dále objektivem na projekční plochu.

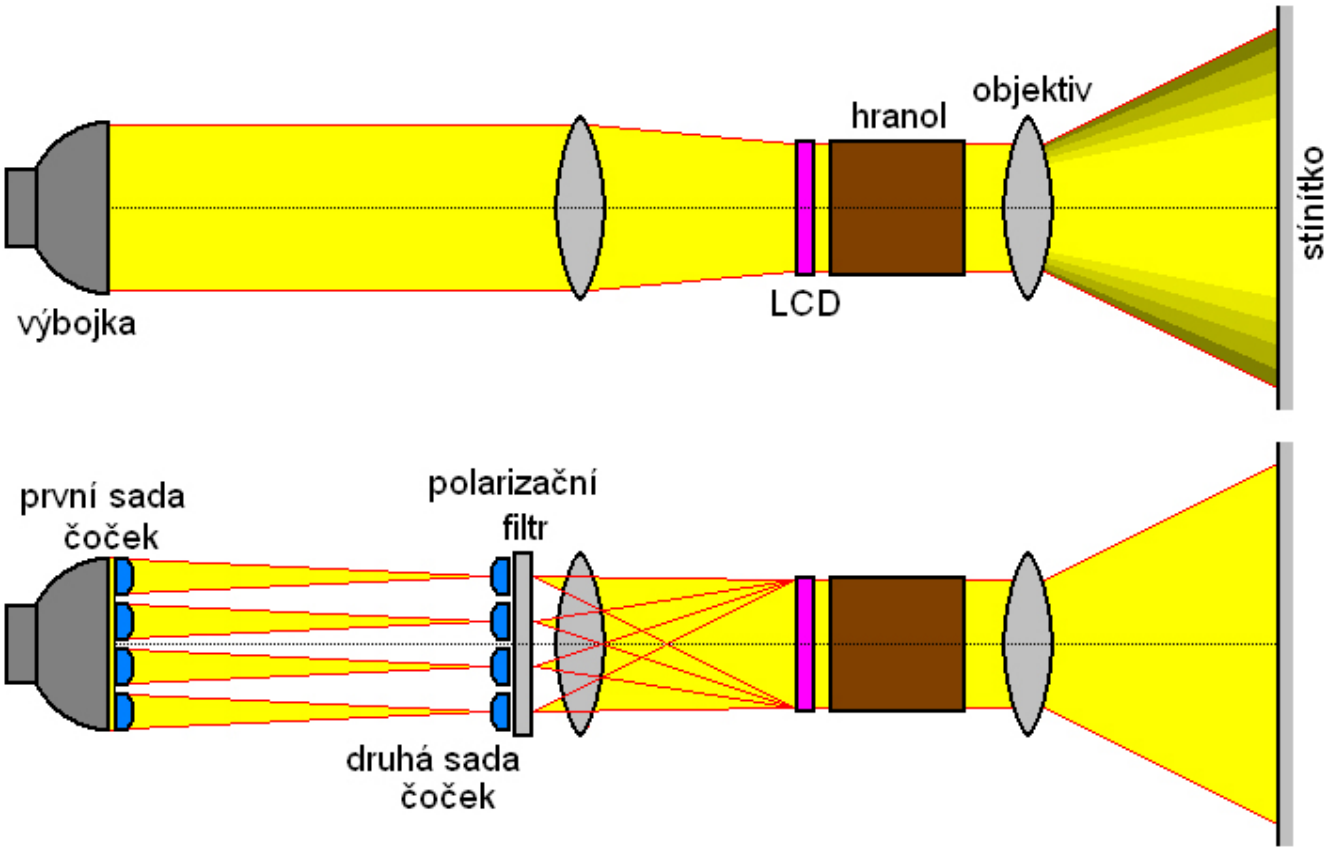
Lampa je tedy zdrojem světla, kterým se „prosvěcují“ LCD panely. Do nich je přiváděn elektrický signál nesoucí informaci o televizním signálu (nebo videosignálu z počítače) a zde se tento elektrický signál mění na obraz vytvářený pomocí světla. V LCD panelech se tak moduluje pomocí elektrického proudu získaného z televizního signálu procházející světlo: průběžně se snižuje a opět zvyšuje intenzita tří základních barev RGB modelu tak, aby se vytvořily správné barvy vytvářeného obrazu.

LCD panely využívají technologii HTPS (*High Temperature Poly-Silicon*). Tyto panely mají výhodu v tom, že mají vysoké rozlišení a vysoký kontrast. Technologie HTPS je založena na základní technologii TFT, která využívá malého tenkého tranzistoru vyrobeného z polykrystalu křemíku pod každým pixelem. Tranzistory jsou vyráběny podobně jako polovodiče: v tomto případě na substrátu z křemíku za vysokých teplot (odtud také pochází název použité technologie). Tranzistory zde fungují vlastně jako spínače, které jsou řízeny elektrickým polem.

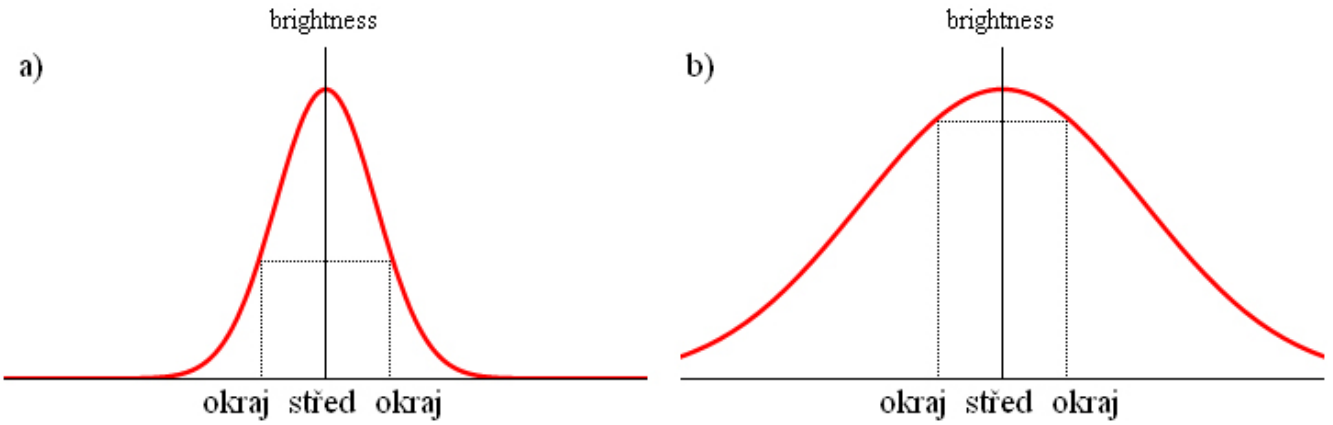
Optický hranol, ve kterém se světla tří složek RGB modelu vycházející z LCD panelů spojují dohromady, je slepen ze čtyř trojbokých hranolů. Přesnost výroby tohoto hranolu a přilnavost stěn trojbokých hranolů, které jsou tmeleny k sobě, zaručuje kvalitní obraz, ve kterém nebudou tmavé linie nebo zdvojené části obrazu.

Na obr. 269 je v horní části zobrazen detailněji pohled na chod světla optickou soustavou projektoru. Je také naznačeno, že pokud se použije pouze jednoduchá čočka (spojka), budou okraje obrazu na projekční ploše tmavé. To naznačuje také obr. 270a, ze kterého plyne, že jas (správně brightness) na okrajích promítací plochy je výrazně nižší, než uprostřed této plochy. Pro vylepšení této situace se používají dvě sady malých čoček, které jsou zobrazeny schematicky na obr. 269 v jeho dolní části. Jejich zařazením do optické soustavy projektoru se zvýší brightness na okrajích

promítací plochy (viz graf na obr. 270b). Světelná účinnost optického systému projektu se ještě zvýší, je-li za druhou sadu zařazen polarizační filtr. Tímto způsobem je celkový brightness projekční plochy větší až 1,5krát ve srovnání s případem zobrazeným v horní části obr. 269.



Obr. 269

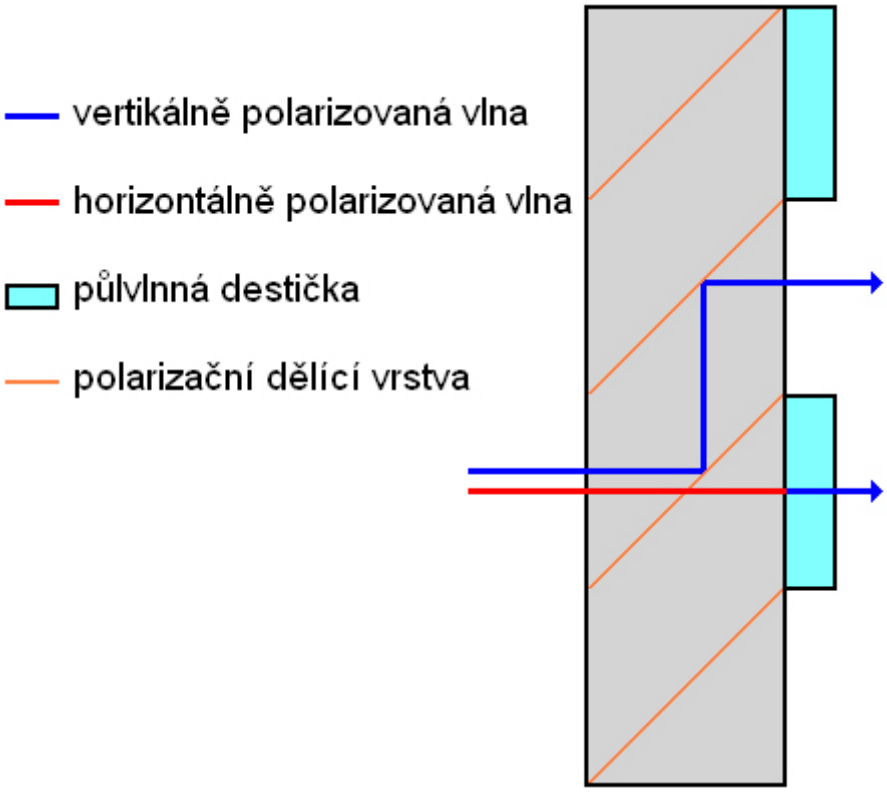


Obr. 270

Polarizační filtr zařazený za druhou sadu čoček je detailněji rozkreslen na obr. 271. Světlo emitované z lampy projektoru (resp. výbojky projektoru) je nepolarizované světlo. HTPS technologie v LCD panelech přenáší pouze podélně polarizované světlo (vertikálně polarizované světlo). Polarizační filtr, který je do optického systému zařazen, převádí horizontálně polarizované vlny na vlny s vertikální polarizací. Tento filtr funguje tak, že u vertikálně polarizované vlny nastává odraz světla na tenkých polarizačních elementech (viz obr. 271), zatímco horizontálně polarizované vlny procházejí dále. Po průchodu samotným polarizačním filtrem procházejí horizontálně polarizované vlny tzv. půlvlnnou destičkou, v níž se polarizace světla mění na vertikální.

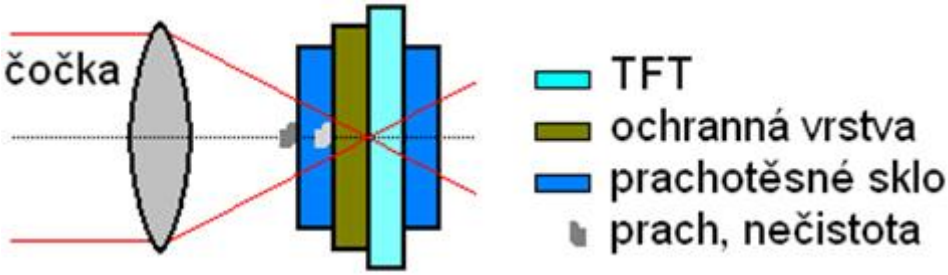
Tento polarizační filtr tedy zvyšuje množství světla, které dopadá na LCD panel. Kdyby zde

tento „aktivní“ polarizační filtr nebyl, využila by se v LCD panelu jen přibližně polovina dopadajícího světla. Tu druhou polovinu by polarizační filtr v LCD panelu nepropustil dál. Je nutné si uvědomit, že tento filtr funguje jinak, než obyčejný polarizační filtr. V půlvlné vrstvě se mění fáze procházející vlny, a proto tento filtr propouští více světla, než běžné polarizační filtry.



Obr. 271

Také čočka, kterou se promítá obraz na LCD panel, ale i čočka objektivu, má speciální strukturu (viz obr. 272). K panelu, na kterém je nanesena technologie TFT, je připevněna skleněná ochranná destička. Ta brání dopadu nečistot na citlivou vrstvu tranzistorů. Pokud se náhodou dostane na tyto ochranné vrstvy drobné zrnko prachu nebo jiné nečistoty, nebude tento nežádoucí objekt systémem projektoru zaznamenán (tj. obraz nebude v daném místě zkreslen). Optický systém (v tomto případě spojná čočka) je zaostřen do jiného bodu, než je poloha případné nečistoty.



Obr. 272

Výhodou tohoto systému je, že vytváří stabilní obraz, který není (ve srovnání s technologií DLP) do takové míry trhaný. Barevnost celé promítané scény je možné nastavit pomocí propustnosti jednotlivých LCD panelů. Tak lze docílit poměrně vysokého kontrastu a věrného zobrazení barev.

Jednou z nevýhod je skutečnost, že zejména první modely těchto typů projektorů zobrazovaly na projekční ploše viditelnou mřížku, která je důsledkem použití technologie LCD panelů. Jednotlivé body, které se mají zobrazit na projekční plochu, jsou totiž na LCD panelu umístěny vedle sebe, ale nedotýkají se. K těmto zobrazovacím bodům je totiž nutné přivést vodiči elektrický proud ovládající

příslušné pixely. Novější modely obsahující kvalitnější LCD panely touto vadou již netrpí; technologie výroby umožňují přibližovat jednotlivé pixely blíže k sobě. Další nevýhodou je tzv. stárnutí pixelů. Tranzistory ovládající jas jednotlivých obrazových bodů pracují při velké teplotě, a proto se časem vypalují a některé přestávají i fungovat.

© Encyklopedie Fyziky (http://fyzika.jreichl.com); Jaroslav Reichl, Martin Všetička
Licence http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/ zakazuje úpravy a komerční distribuci.