

# Vážení zákazníci,

dovolujeme si Vás upozornit, že na tuto ukázkou knihy se vztahují autorská práva, tzv. copyright.

To znamená, že ukáзка má sloužit výhradně pro osobní potřebu potenciálního kupujícího (aby čtenář viděl, jakým způsobem je titul zpracován a mohl se také podle tohoto, jako jednoho z parametrů, rozhodnout, zda titul koupí či ne).

Z toho vyplývá, že není dovoleno tuto ukázkou jakýmkoliv způsobem dále šířit, veřejně či neveřejně např. umístováním na datová média, na jiné internetové stránky (ani prostřednictvím odkazů) apod.

*redakce nakladatelství BEN – technická literatura*  
[redakce@ben.cz](mailto:redakce@ben.cz)



## 5.0 PROJEKTORY S KAPALNÝMI KRYSTALY LCD

Již v úvodním pojednání o projektorech s vakuovými obrazovkami jsme se zmínili o jejich hlavních výhodách (velkém kontrastu obrazu, dobrém podání barev) i nevýhodách (blikání velkých ploch, komplikované nastavení konvergenčí). Zmíněné nevýhody se odstraňují použitím *kapalných krystalů* v konstrukci *elektro-optického* měniče namísto tří obrazovek. Hlavní výhoda této nové koncepce spočívá v jistém zjednodušení elektrické i mechanické konstrukce, dále pak v zjednodušení nastavovacích postupů a zmenšení rozměrů i hmotnosti. Projekční zařízení pro přední projekci s kapalnými krystaly vykazují zmíněné přednosti při stejném použití jako projektory s obrazovkami o hmotnosti blížící se 100 kg. Konstrukci zjednodušují kromě jednoho společného objektivu panely s *obrazovými buňkami* LCD (= Liquid Crystal Display). Díky intenzivnímu zdroji bílého světla, které tyto panely prosvěcuje, předčí co do jasů takovéto zařízení projektory s obrazovkami. I zde je však třeba zachovat kompromis mezi velikostí *jasu* a *pozorovacího úhlu*.

Pojednání o projektorech s kapalnými krystaly LCD nebudeme dělit na přední a zadní projekci, neboť vše o promítacích plochách včetně matnice s *Fresnelovou čočkou* a *čočkovou mozaikou* zůstává stejné jako u projektorů s obrazovkami. V zařízeních, u nichž je třeba pozorovat zblízka velmi jemné struktury, se však vynechávají černé proužky (black matrix), aby se zabránilo interferencím s rozložením buněk LCD. Rovněž úloha a konstrukce zde jediného *společného objektivu* zůstává stejná. U přední projekce se používá proměnná ohnisková vzdálenost. Přístroje LCD se zadní projekcí jsou vhodné pro komerční skříňové televizory určené pro menší předváděcí prostory. Konstruují se i s obrazem s poměrem stran 16 : 9 s možností různých módů (16 : 9, 4 : 3, lupa, HDTV) ve třech základních televizních soustavách. Mají vodorovné rozlišení až 1000 bodů. Projektory s přední projekcí i pro jiné účely než je televizní zobrazení se vyznačují velkým *světelným tokem* (až 5000 lm podle standardu ANSI), malou hmotností (2,5 až 25 kg), takže jsou přenosné, viz obr. 93. Kromě vstupů *video* mají některé tzv. *multiscanové* typy možnost připojit počítač PC s rozlišením až 1280 × 1024 (XVGA = X Video Graphic Array) i více (1600 × 1200).



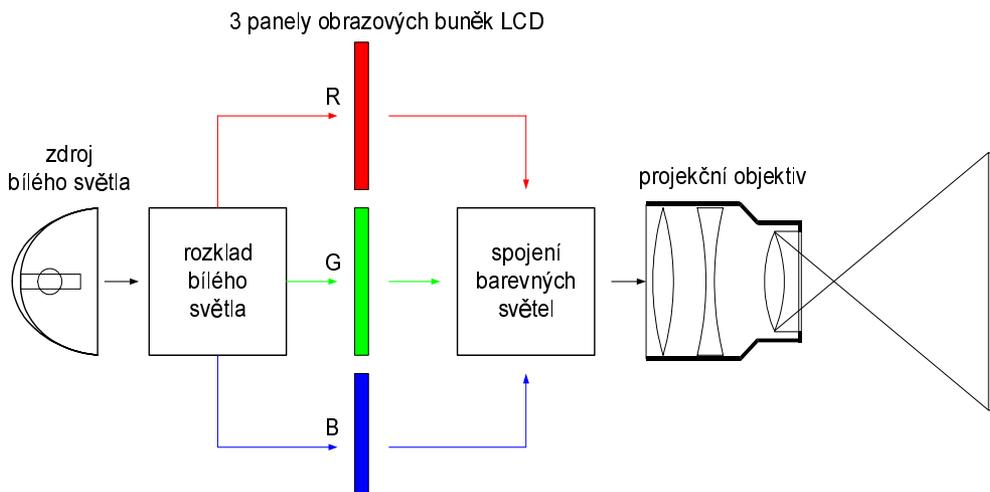
Obr. 93 Projektor s kapalnými krystaly VPL-FE100 firmy Sony (foto Sony)

Jak se ze zdroje intenzivního *bílého světla* vytvoří barevný obraz, bude obsahem následujících článků. I zde se nebudeme zabývat elektrickým zapojením obecných obvodů televizního přijímače i jejich zvláštnostmi, kterými může být tento projektor vybaven (např. hřebenové filtry, odstranění chvění řádků, obraz v obraze, lupa). Tyto obvody jsou vysvětleny v knihách B a C. Protože jde u těchto zařízení o nové technologie z poslední doby, jsou elektrické obvody moderních projekčních televizorů zapojeny také s rozklady 100 Hz (120 Hz) i s formátem obrazu s poměrem stran 16 : 9.

## 5.1 Panel LCD

O konstrukci obrazových buněk LCD a jejich funkčním použití v televizní technice se pojednává podrobně v čl. C-4.0 v knize C. Tam je uveden *ventilový* způsob ovlivňování průchodu světla a skladba obrazu pomocí horizontálního a vertikálního *posuvného registru*. Teorie *modulátoru světla* se probírá přehledně v čl. D1-3.13.8.2. Zde krátce zopakujeme funkční vlastnosti a doplníme některé podrobnosti.

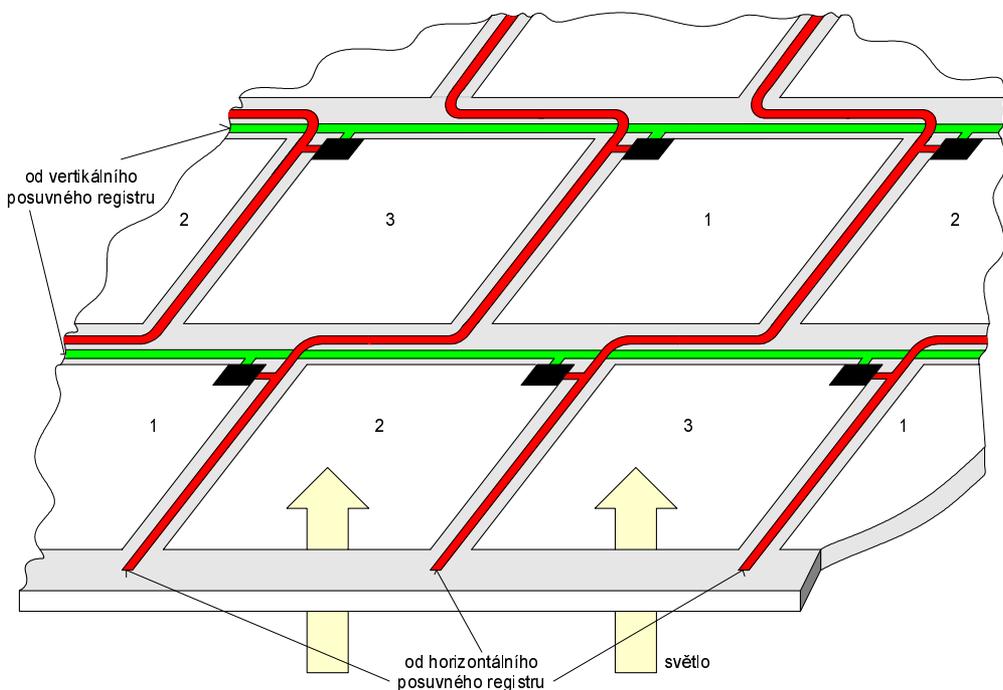
V dalším popisu projekčního zařízení poznáme, že je u něho obvykle použita konstrukce se třemi panely, i když je možné zapojení s jedním panelem. Bílé světlo z výbojky na bázi halogenidu kovu se zapalovacím napětím 20, 25 i 50 kV se opticky rozděluje na tři složky R G B a každá tato část prosvěcuje jemu příslušný panel s obrazovými buňkami LCD, viz obr. 94. Tím se dosáhne většího jasů i dokonalejšího kontrastu a současně lepšího rozlišení oproti společnému panelu pro vstupní bílé světlo, u něhož jsou nad třemi sousedními buňkami umístěny *miniaturní barevné filtry* střídaného seskupení (viz obr. 50 v čl. C-4.1.3 v knize C). Tímto uspořádáním vznikají větší ztráty světla než při jednotlivých panelech prosvěcovaných příslušným barevným světlem.



Obr. 94 Projekce se třemi monochromními panely obrazových buněk LCD

Tenká destička kapalných krystalů s tyčovitými molekulami natočenými svými podélnými osami na obou povrchových plochách destičky na rozdílový úhel  $90^\circ$  je vložena mezi dvě průhledné tenké elektrody s modulačním potenciálem. Na tento celek jsou přiloženy z obou stran destičky *polarizující* průchozí světlo jen do jednoho směru. Směr polarizace je rozdílný o  $90^\circ$  a je zvolen tak, aby na obou stranách této obrazové buňky souhlasil s natočením os molekul a to v případě, že na modulačních elektrodách není napěťový rozdíl (kromě prahové hodnoty). Za tohoto stavu světlo prochází buňkou téměř bez zeslabení. Podle velikosti modulačního napětí na elektrodách se molekuly vychylují svou podélnou osou do směru potenciálního spádu a polarizační směr vstupujícího světla se uvnitř krystalu nemění a nesouhlasí s polarizačním směrem výstupního polarizátoru. Tím se množství výstupního světla zmenšuje a při jistém napětí jas klesá téměř na nulu. Poznamenejme, že bez modulačního napětí by obrazový panel propouštěl světlo.





Obr. 96 Detail konstrukce panelu obrazových buněk s černými proužky a přívody od posuvných registrů

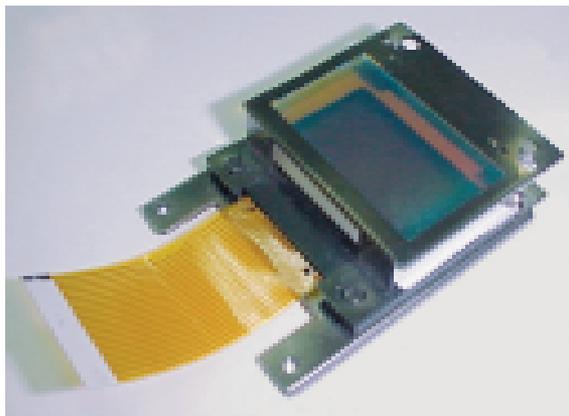
rozkladových principů (viz knihu A). Pak jsou příslušné svisle propojované buňky uspořádány do vrcholu rovnoramenného trojúhelníku, jak je na obr. 95 a obr. 96 naznačeno čísly 1, 2, 3. Panely pro datové projektory mají buňky ve svislém zákrytu, tj. v *proužkovém uspořádání* (viz obr. 97).

Při zobrazování formátu 4 : 3 se postranní nevyužitá část obrazu vyplní různě šedou barvou danou pomocným signálem SID. Řádkování je *neprokládané*, tj. postupné (progresivní), kdy se v rytmu 50 Hz zobrazuje jeden pulsínek za druhým na tomže místě. O přeměně televizního řádkování s počtem 288 řádků jednoho pulsíneku ve vertikálním činném běhu na 480řádkový panelový rozklad se pojednává dále v čl. D1-5.3.1.

Nad obrazovými buňkami LCD jsou umístěny dvě *průhledné elektrody*. Jedna je společná, nedělená, druhá je rozdělena v počtu, tvaru a rozmístění buněk. Ke každému takto vzniklému segmentu se přivádí elektrické *modulační napětí* přes plošný tranzistor napařený v rohu dělené elektrody *metodou tenkých vrstev* TFT (Thin Film Transistor). Tento tranzistor je křemíkového typu bez předpětí (MOSFET) a má bázi připojenou na *adresovou linku* určující *řádky* obrazu. Jeho emitor (source) dostává napětí z paměťového kondenzátoru, tj. analogový vzorek obrazového signálu, z budiče panelu, kde je umístěn *vzorkovací obvod* S + H (= Sample and Hold). Tento užitečný signál přichází na jednotlivé buňky v řádku postupně přes spínače G (gate) ovládané následnými impulsy z *horizontálního posuvného registru* (viz obr. 97). Prozatím uvažujeme čtení v jednom směru, ale jak dále poznáme, vše se trochu zkomplikuje požadavkem na obousměrný sled otevíracích impulsů z posuvného registru, viz čl. D1-5.3.4.

Při přítomnosti signálu na emitoru a řádkovacího napětí na bázi se přes kolektor (drain) tranzistoru přenesou vzorkové napětí na dělenou elektrodu buňky LCD (obr. 97). Při malých





Obr. 98 Panel LCD s přívodovým páskem s 20 kontakty (foto Sony)

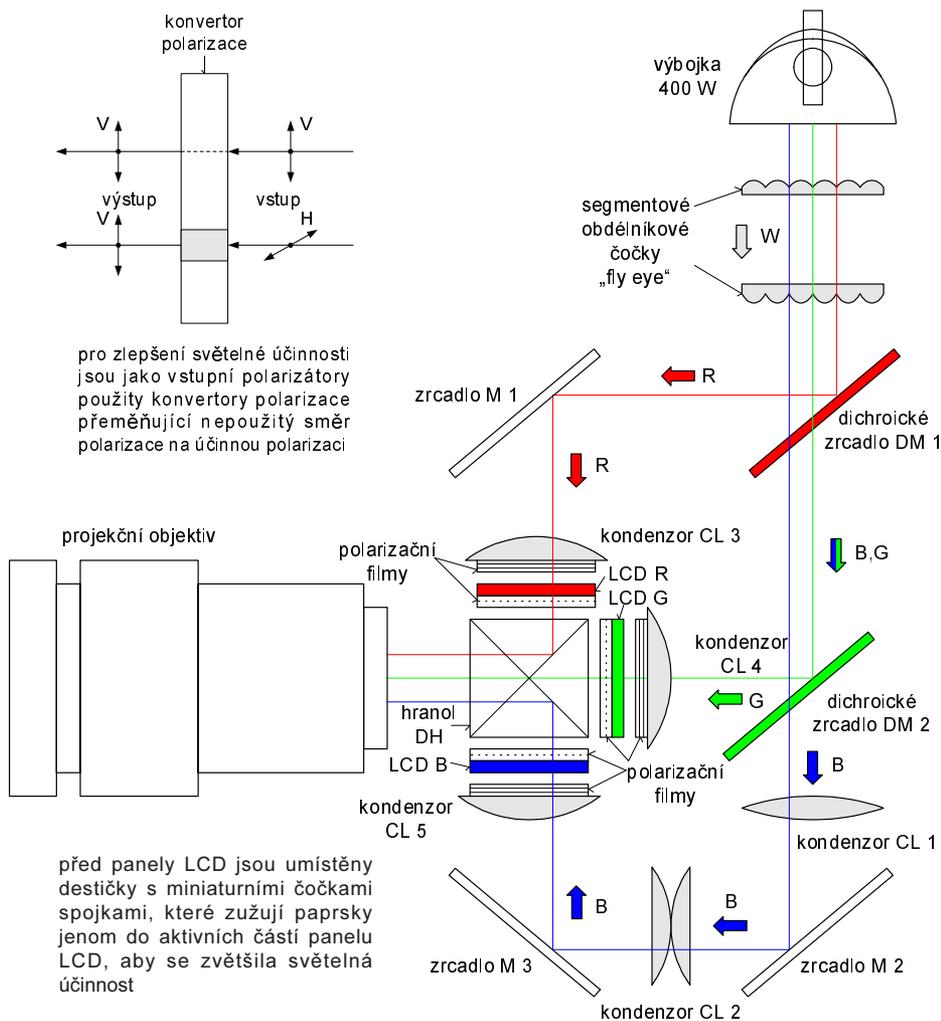
## 5.2 Uspořádání projektoru s kapalnými krystaly

Již jsme se zmínili, že trojnásobné jednobarevné provedení panelu LCD poskytuje lepší rozlišení, neboť nejsou pro jeden obrazový element použity 3 sousední buňky s příslušnými barevnými filtry. Je však zapotřebí tří panelů prosvěcovaných třemi rozdílnými světly v *základních barvách* R G B. Na obr. 99a je uvedeno schématické uspořádání projektoru se 3 panely a jeho vzhledové vyobrazení na obr. 99b. Obr. 99c znázorňuje konstrukci rozdělení zdrojového světla.

*Bílé světlo* o teplotě 9300 K dodává výbojka na bázi *halogenidu kovu* o výkonu 100 až 400 W podle účelu projektoru (viz obr. 100a). Je zapalovaná napětím 24 kV. Výkonné výbojky pro projektory se světelným tokem až 2400 lm (ANSI) se konstruují též čtyřdílné (viz obr. 100b). Výhodou tohoto zdroje světla je jeho snadná vyměnitelnost za náhradní výbojku, což byla u obrazkových projektorů daleko složitější operace. Životnost výbojky je 500, 2000 a 10 000 (teoreticky) hodin.

Bodové světlo výbojky s rozbíhavými paprsky je třeba usměrnit do rovnoměrného světelného toku soustředěného na plochu okénka obrazového panelu. Za vhodný *kondenzor* s mimořádnou stejnoměrností světelného toku se používají dvě *mozaikově* složené čočky. Je to obvykle 9 řad malých ploskovypuklých obdélníkových čoček-spojkek posunutých o polovinu rozteče vzhledem k sousedním řadám (jako cihly ve zdi). V jedné řadě je 6 čoček. Postupné soustředění světla dvěma čočkami, z nichž druhá, tj. bližší k panelu, má větší optickou mohutnost, udává obr. 101. Soubor těchto integrovaných čoček se nazývá „fly eye“ (= létající oko).

Za prvním kondenzorem se bílé světlo rozkládá *dichroickým zrcadlem* DM1 tak, že se červené světlo odráží kolmým směrem a je obyčejným zrcadlem M1 směřováno na červený panel LCD. Před tímto panelem je ještě kondenzor CL3 upřesňující směr paprsku do okénka panelu. Dichroickým zrcadlem DM1 prochází modré a zelené světlo až na jisté ztráty beze změny směru k dalšímu dichroickému zrcadlu DM2, které odráží jen zelené paprsky přes příslušný kondenzor CL4 na zelený panel. Osamocené modré světlo je směřováno dvěma obyčejnými zrcadly M2 a M3 na okénko modrého panelu ozařované kondenzorem CL5. Protože je dráha modrého paprsku delší než červeného a zeleného, je třeba udržovat optimální sbíhavost paprsků modrého světla dvěma dalšími čočkami a to jednoduchou spojkou CL1 a dvojitým kondenzorem CL2. Dodejme jen, že u některých projektorů je dráha červeného a modrého světla vzájemně zaměněna.



Obr. 99a Uspořádání rozkladu bílého světla ve tři složky R G B modulané příslušnými panely LCD s opětným sloučením pomocí dichroického hranolu do projekčního objektivu; „fly eye“ = létající oko; CL = Condensor Lens; M = Mirror; DM = Dichroic Mirror; výstupní polarizátory jsou obsaženy ve funkci dichroického hranolu

Na kondenzorech před panely LCD je nanesen průhledný film *polarizující světlo* ve vodorovném směru. Druhý polarizátor s polarizační rovinou natočenou o  $90^\circ$  vzhledem k prvnímu vstupnímu polarizátoru je umístěn na zadní straně panelu (viz obr. 99a) nebo je součástí funkce *dichroického hranolu*. Jednotlivé barevné složky modulané do jasů signály základních barev R G B v příslušných panelech se znovu skládají do výsledného světla pomocí dichroického hranolu DH. Ten nemění směr zelených paprsků a červené a modré paprsky odráží do směru zelených paprsků. Takto složený obraz se *objektivem* promítá buď *zadní* projekcí na matnicové stínítko nebo projekcí *před* na projekční stěnu.

Aby na obrazové buňky přicházelo jen čisté světlo základních barev je obrazový panel umístěn mezi vstupním a výstupním barevným filtrem zadržujícím infračervené a ultrafialové složky bílého