

Inovace a zvýšení atraktivity studia optiky
reg. č.: CZ.1.07/2.2.00/07.0289

Optické přístroje 2

OPT/OP

Jan Ponec

**Určeno pro studenty 2. ročníku bakalářského studia oboru
Přístrojová optika a 2. ročníku navazujícího studia oboru
Optika a optoelektronika**

Olomouc 2012

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a
státním rozpočtem České republiky

Na přednáškách a cvičeních předmětu Optické přístroje by se měli studenti seznámit se stavbou některých důležitých přístrojů, jejichž médiem nesoucím informaci je světlo, respektive záření, které světlo z obou stran blízce obklopuje, tj. UV záření a IČ záření.

V této učební pomůcce jsou přednášky rozděleny do jedenácti samostatných bloků.

1. Úvod do teorie optických přístrojů
2. Základní optické parametry optických přístrojů
3. Spektrální fotometry
4. Optická stavba mikroskopů
5. Vznik obrazu v mikroskopu a jeho ovlivňování
6. Optická stavba dalekohledů
7. Osvětlovací soustavy a kolimátory
8. Displeje
9. Prezentační technika
10. Snímací objektivy
11. Fotoaparáty

Při tvorbě tohoto učebního textu bylo využito řady skript, knižní literatury a informací z Internetu. Jednotlivé kapitoly jsou informační, texty je nutno doplnit studiem dalších pramenů. Kapitoly 4, 5 a 6 byly zpracovány dle skript:

Keprt, E.: Teorie optických přístrojů I., Teorie a konstrukce dalekohledů a zaměřovačů. SPN Praha 1965.

Keprt, E.: Teorie optických přístrojů II., Teorie a konstrukce mikroskopu. SPN Praha 1966.

Tato skripta, resp. jejich přepracovaná vydání od doc. J. Klabazni doporučuji pro další studium problematiky dalekohledů a mikroskopů. Při psaní kapitoly 11 byla použita některá fakta z kapitoly Konstrukce fotografických přístrojů z publikace „Technické základy fotografie“ kolektivu autorů, vydaná KFŽ 2002.

Obsahové teze k jednotlivým blokům výuky:

1. Úvod do teorie optických přístrojů

Stavba optického přístroje, zdroj záření, osvětlovací soustava, vlastní optický blok, detektor obrazu a vazba mezi nimi. Základní optické prvky z nichž se skládají optické přístroje.

2. Základní optické parametry optických přístrojů

Ohnisková vzdálenost, aperturní clona, vstupní a výstupní pupila, polní clona, velikost zorného pole, vinětační clony, měřítko zobrazení, zvětšení, rozlišovací mez, rozlišovací schopnost.

3. Spektrální fotometry

Popis spektrálních fotometrů, hranolový a mřížkový monochromátor, jednocestné a dvoucestné přístroje. Diodový spektrální fotometr. Kompaktní spektrální fotometr.

4. Optická stavba mikroskopů

Lupa, dvoustupňový a třístupňový mikroskop, dalekohledová lupa. Hlavní optické parametry mikroskopů. Objektivy a okuláry mikroskopů, další optické vybavení mikroskopů.

5. Mikroskopovací techniky

Vznik obrazu v mikroskopu. Metody pozorování: fázový kontrast, polarizační mikroskopie, interferenční mikroskopie, fluorescenční mikroskopie, konfokální mikroskopie.

6. Optická stavba dalekohledů

Základní typy dalekohledů, rozdíly. Hlavní optické parametry dalekohledů. Binokulární dalekohledy. Objektivy a okuláry dalekohledů, převracující soustavy.

7. Osvětlovací soustavy a kolimátory

Kondenzory, reflektory, projektory, Köhlerova osvětlovací soustava. Přehled osvětlovacích soustav v závislosti na měřítku zobrazení . Kolimátory a autokolimátory.

8. Displeje

Optoelektronické obrazové zobrazovače CRT, LCD, plazmové, OLED, LCOS, elektronický inkoust, případně další.

9. Prezentační technika

Optická stavba diaprojektoru a epiprojektoru. Dataprojektory typu TFT, 3x LCD, DLP, CRT, ILA a D-ILA, resp. další.

10. Snímací objektivy

Druhy snímacích objektivů v závislosti na poloze předmětů a měřítku zobrazení. Fotografické objektivy- normální, širokoúhlé, teleobjektivy a zoomy. Základní parametry snímacích objektivů- relativní apertura, clonové číslo, hloubka ostroty, rozlišovací schopnost, funkce přenosu modulační.

11. Fotoaparáty

Stavba různých typů fotoaparátů- kompakty, zrcadlovky, ateliérové přístroje, jejich specifiky. Objektivy fotoaparátů, hledáčky a jiné příslušenství. Zvláštnosti stavby digitálních fotoaparátů. Expozice a prvky zajišťující správnou expozici obrazu. Zaostřovací mechanismy fotopřístrojů. Metody stabilizace obrazu.

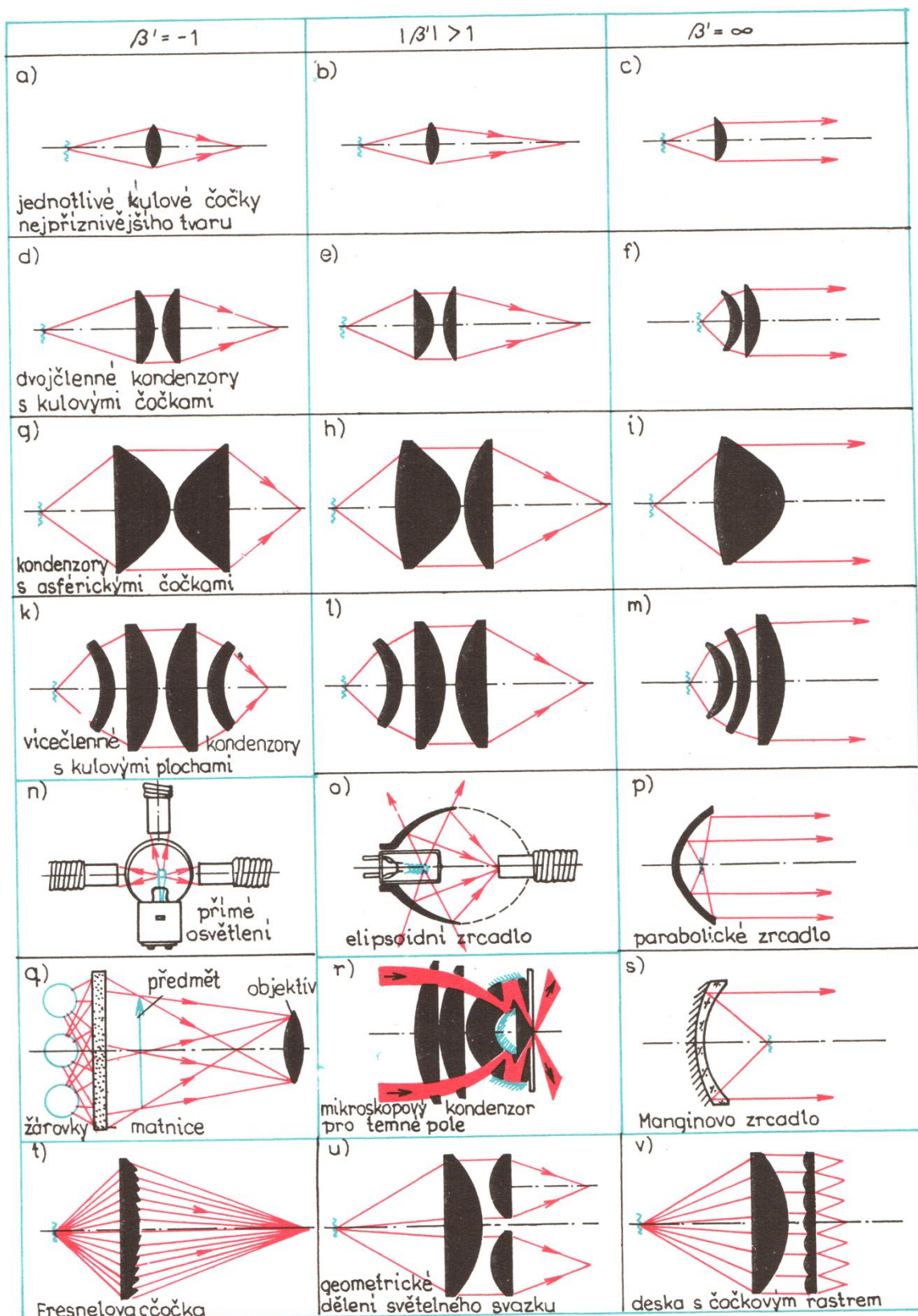
7. Osvětlovací soustavy, kolimátory, autokolimátory

7.1. Kondenzory a jiné osvětlovače

Osvětlovací soustavy jsou nedílnou součástí většiny optických přístrojů, pracujících s umělými zdroji světla. Záření všech typů zdrojů, ať žárovkových, nebo laserů nelze použít přímo, bez úpravy tvaru svazku záření z nich vycházejícího. K tomuto účelu slouží optické soustavy zvané *kondenzory*. Tyto mohou být jednočlenné, nebo mohou mít i velice složitou konstrukci, záleží to na účelu použití. V přehledné tabulce na následující straně jsou znázorněny různá provedení kondenzorových optických soustav pracujících s různým měřítkem zobrazení a různou složitostí.

Za povšimnutí stojí jaké konstrukce se používají při měřítku zobrazení $\beta' = -1$, $|\beta'| > 1$ a $\beta' = \infty$. Na obrázku 7.1. roste aperturní úhel soustav od prvního řádku ke čtvrtému. U kondenzorů je nutno korigovat hlavně otvorovou vadu. Z toho důvodu se se zvětšující aperturou zvětšuje i počet čoček optické soustavy kondenzoru. Při měřítku $\beta' = 1$ jde o symetrickou soustavu (viz příklady ad: a,d,g,k) v případech pro $|\beta'| > 1$ je soustava nesymetrická a vždy konstruována tak, že čočka (nebo plocha u jednočlenné soustavy) s menší lámavostí je přivrácena k delší sečně. Sběrná čočka má orientaci takovou, že plocha s větším rámcem je přivrácena ke kratší sečně. (příklady ad: b,e,h,l). Pro $\beta' = \infty$ opět platí, že ke kratší sečně je čočka orientována plochou s větším poloměrem křivosti (viz ad: c,f,i,m). Pro velké apertury se jako sběrné čočky používají menisky, správně orientované. V případech ad: g,h,i, jsou použity asférické čočky, místo více členů s kulovými plochami. Další obrázky představují speciální osvětlovací soustavy a to : n- jednoduché nasvícení vláknových osvětlovačů, o- elipsoidní zrcadlo pro kvalitní nasvícení vláknového osvětlovače, p- paraboloidní zrcadlo reflektoru pro $\beta' = \infty$, q- rovnoměrné prosvětlení velkoplošného předmětu, r- mikroskopový kondenzor pro metodu

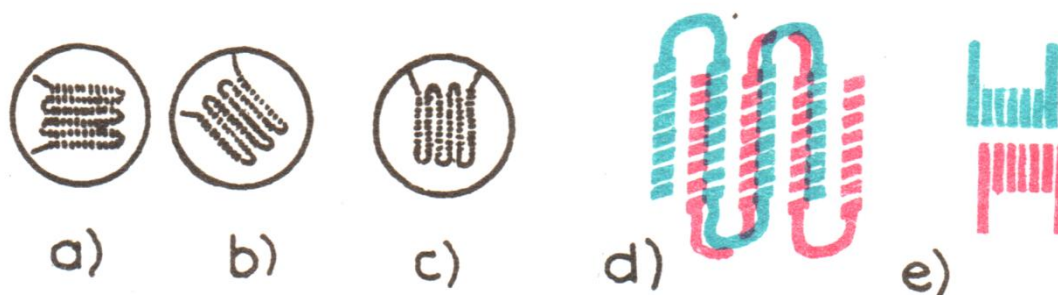
temného pole (viz kapitola 5), s- speciální reflektorové zrcadlo se zadní zrcadlovou kulovou plochou, ale doplněné rozptylnou čočkou, t- použití Fresnelovy čočky jako kondenzoru (příkladně u zpětných projektorů jak bude popsáno v kapitole 9), u- dělení osvětlovacího svazku do více větví, v- speciální osvětlovač s čočkovým rastrem pro různá použití.



Obr. 7.1.(převzato z knihy: G.Schröder – Technická optika)

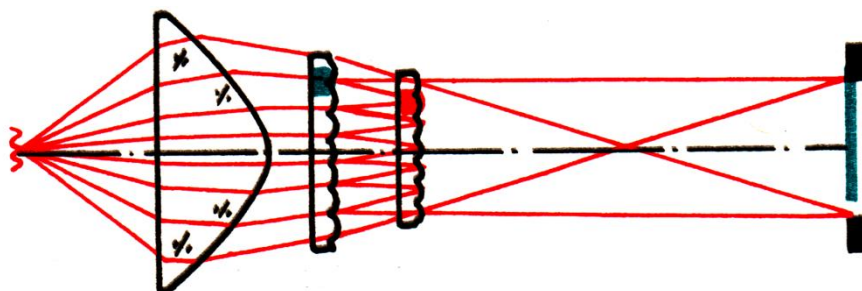
Zrcadel v kondenzorových soustavách využíváme jednak pro zvýšení světelného výkonu, jednak pro vylepšení struktury spirály zdroje záření. Používají se převážně tzv. studená zrcadla, která IČ záření propouštějí a odrážejí pouze VIS složku záření, světlo.

Pokud je spirála zdroje řídká (týká se to převážně starších typů žárovek), justuje se zrcadlo tak, aby zahustilo vlákno žárovky, viz obr. 7.2.d. Pokud je tvar vlákna obdélníkový, jak je běžné u halogenových přístrojových žárovek, lze vhodnou justáží zrcadla vlákno zdvojit tak, že má tvar přibližně čtvercový, což je výhodnější pro prosvětlování kruhových pupil, viz obr.7.2.e. Na obrázku 7.2.a,b, je ukázána nevhodná justáž vlákna žárovky, správná poloha je ad: c.



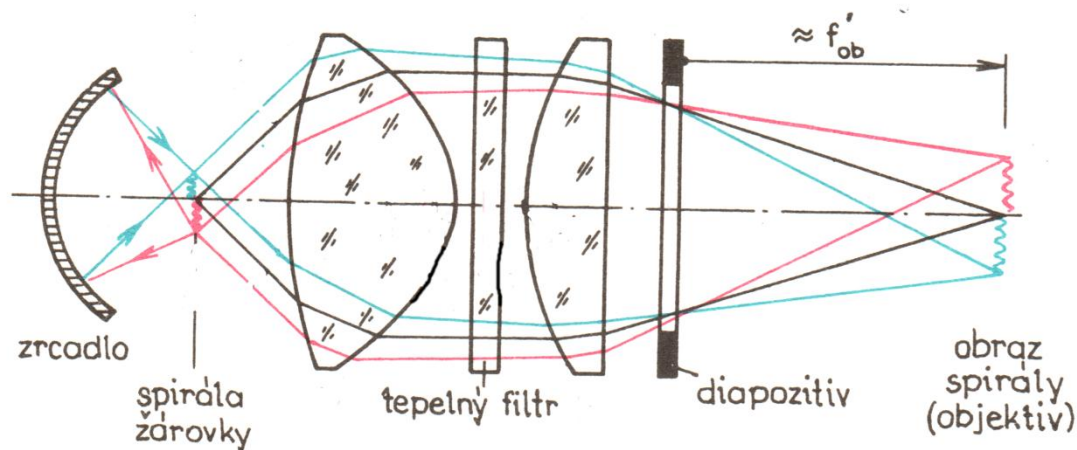
Obr.7.2.

Na obrázku 7.1.v. resp. obrázku 7.3. je znázorněno zajištění rovnoměrného osvětlení plochy voštinovým kondenzorem.



Obr.7.3.

Na obrázku 7.4. je ukázka kondenzoru diaprojektoru. Vlákno žárovky je kondenzorem zobrazeno do pupily objektivu, diapozitiv je rovnoměrně prosvětlen.



Obr.7.4.

7.2. Kolimátory, autokolimátory

7.2.1. Kolimátory

Kolimátory jsou přístroje, které umožňují v laboratoři zobrazovat předměty z nekonečna, nebo při vhodné poloze předmětu vůči objektivu i předem vypočtené předmětové vzdálenosti.

Poznámka: Pro tyto výpočty je zvláště vhodná Newtonova zobrazovací rovnice, protože obvykle známe polohu předmětu v ohnisku kolimátoru (viz pasáž o autokolimátorech).

Dá se říci, že kolimátor je jeden z nejjednodušších optických přístrojů. Je tvořen dobře korigovaným objektivem, držákem předmětových destiček, zdrojem záření s kondenzorem. Kondenzor (osvětlovač testových destiček) je často doplněn držákem filtrů, pro možnost úpravy spektrálního složení záření zdroje. Světelnost (správněji relativní apertura) kolimátorů bývá obvykle nízká, kvůli dobré korekci optických vad. Běžně je tato hodnota v rozsahu $1:8 \div 1:15$.



Obr.7.5. Kolimátor na optické lavici

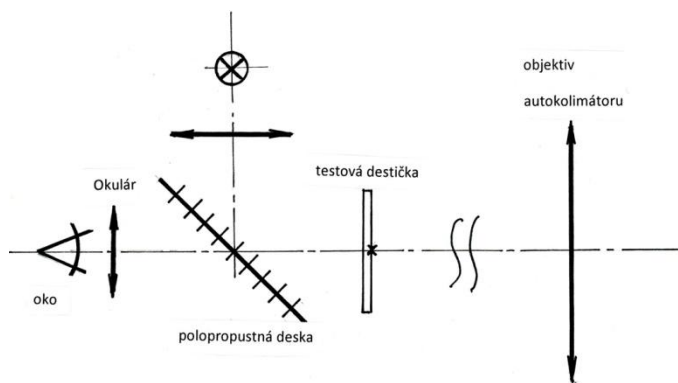
Má-li kolimátor plnit svoji hlavní funkci, zobrazovat předmět (testovou destičku) z nekonečna, musí tato být uložena v předmětovém ohnisku objektivu kolimátoru. Pro tuto justáž se s výhodou používají *autokolimátory*.

7.2.2. Autokolimátory

Autokolimátory jsou optické přístroje, umožňující se sami nastavit tak, že testová destička je umístěna v předmětovém ohnisku objektivu autokolimátoru a s jejich pomocí lze potom správně nastavovat kolimátory a jiné optické přístroje, které mají zobrazovat předměty z nekonečna.

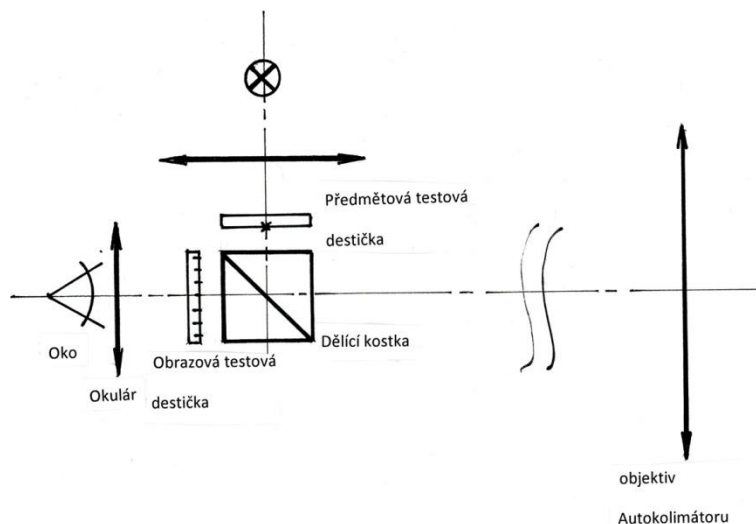
Po optické stránce je autokolimátor kolimátor, doplněný *autokolimačním okulárem*.

Autokolimačních okulárů je po konstrukční stránce celá řada, volí se dle účelu, ke kterému chceme autokolimátor použít. Autokolimační okulár má za cíl umožnit jednak prosvětlení testové destičky a zároveň umožnit její pozorování přes okulár. Základní schema je nakresleno na obrátku 7.6.



Obr. 7.6. Schema autokolimačního okuláru

Testová destička je přes polopropustné zrcadlo osvětlena žárovkou a zároveň je přes polopropustné zrcadlo pozorována pomocí okuláru. Toto je pouze nejjednodušší varianta autokolimačního okuláru. Reálná konstrukční provedení jsou složitější. Nejčastěji se používají dvě testové destičky, jedna je po prosvětlení zobrazována objektivem k měřenému objektu a na druhou po odrazu na měřeném objektu hodnotíme výsledek měření. Tato varianta je znázorněna na obrázku 7.7. Testová destička a má jednoduchý obrazec (obvykle záměrný kříž), testová destička b obsahuje stupnici pro odečet měřené hodnoty.



Obr.7.7. Funkční autokolimační okulár

Na fotografii 7.8. jsou ukázána některá skutečná provedení autokolimačních okulárů.



Obr.7.8. Autokolimační okuláry z goniometru GS5

Na následujících obrázcích jsou příklady autokolimátorů, přičemž autokolimátor z obr. 7.10. je elektronický, s automatickým odečtem.



Obr. 7.9. Autokolimátor Hilger-Watts



Obr. 7.10. Elektronický autokolimátor



Obr. 7.11. Autokolimátor (vlevo) a kolimátor goniometru GS5

7.2.2.1. Nastavení kolimátoru na nekonečno

Kolimátor je správně nastaven na nekonečno tehdy, leží-li záměrný obrazec testové destičky v předmětovém ohnisku objektivu kolimátoru.

Pro toto nastavení použijeme *autokolimátor*, který si předem nastavíme na nekonečno pomocí zrcadla, které vrací zpět svazek světla vysílaný autokolimátorem. Nejprve zaostříme okulár autokolimátoru na záměrný obrazec testové destičky v libovolné poloze. Před objektiv autokolimátoru umístíme odraznou plochu (rovinnou skleněnou desku) ukolmenou k optické ose objektivu autokolimátoru (většina autokolimátorů pro usnadnění ukolmení odrazné destičky k optické ose má přední plochu objímky objektivu kolimátoru zabroušenou kolmo na optickou osu). Pokud je odražený obraz testu neostrý, leží testová destička mimo předmětové ohnisko objektivu autokolimátoru. Posouváme testovou destičkou ve směru osy objektivu oběma směry tak dlouho, až je záměrný obrazec testové destičky i jeho obraz ostrý.

Takto nastavený autokolimátor umístíme souose před nastavovaný *kolimátor*, prosvítíme testový obrazec nastavovaného kolimátoru a v okuláru autokolimátoru pozorujeme jednak zaostřený vlastní testový obrazec autokolimátoru a přes něj se promítající testový obrazec nastavovaného kolimátoru. Testovou ploténku kolimátoru posouváme v ose kolimátoru opět oběma směry tak dlouho, až je obraz jejího testového obrazce v okuláru autokolimátoru taktéž ostrý.

7.2.2.2. Použití autokolimátorů

Jak již bylo řečeno, používají se autokolimátory pro nastavení ostatních optických přístrojů na nekonečno. Dále je používáme pro ukolmení optických os autokolimátoru goniometru na funkční plochy hranolů při měření vzájemných úhlů stěn hranolů, pro měření klínovitostí optických desek, pro měření odklonů od vytyčených směrů a podobně. Často se používají při justážích jiných přístrojů a strojů.

8. Displeje

Displeje - optoelektronické datové zobrazovače - slouží v mnoha přístrojích jako výstupní zařízení jež zprostředkovávají mezi námi a dotyčným zařízením výsledek nějaké jejich činnosti. Pracují na různých principech, se kterými se v této kapitole v krátkosti seznámíme.

Se vznikem elektronických zařízení bylo potřeba vyřešit problém jak zobrazit jednotlivé stavy procesů, různé informace a později s vývojem technologií grafické informace.

První zobrazovací zařízení byly různé žárovky, nebo později LED diody, které vizuálně vypovídají o dané informaci. Dalším stupněm vývoje jsou číselné zobrazovače. První takovéto zařízení se nazývá Digitron a je to takové zařízení, které pomocí rozžhavených drátků dokázalo zobrazit číselnou informaci. Následovně sedmisegmentové LED displeje.

Jelikož byla potřeba vytvořit sofistikovanější zařízení na zobrazení informace, vznikaly postupem času panely, které byly tvořeny maticemi bodů. Tímto vznikly grafická zobrazovací zařízení, neboli displeje.

Displeje, jakožto široký pojem zobrazovacích zařízení, nachází uplatnění v nepřeberném množství aplikací a jako výstupní zařízení mnoha elektronických zařízení, kde je potřeba zobrazit grafické informace například počítače, různé přijímače, mobilní telefony a přehrávače.

Jako úvodní text si dovoluji použít upravený text z bakalářské práce studenta Michala Křížka na téma : *Zobrazovací grafická zařízení*, který bude doplněn o některé další poznatky v práci neobsažené.

8.1. Vlastnosti a parametry displejů

Hlavní sledované parametry displejů jsou následující:

Doba odezvy udává se v milisekundách a je to doba, za kterou je pixel monitoru schopen změnit barvu na jinou a zpět. Dříve se udávala hodnota změny z bílé na černou a zpět. To je však málo kdy potřeba, takže se udává změna z tmavě šedé na světle šedou. Ideální hodnota je kolem 15 – 20 ms, pro některé náročnější aplikace se udávají i hodnoty v jednotkách ms.

Pozorovací úhly - jde o úhly při kterých kontrast pozorovaného obrazu klesne na hodnotu 1 : 5. Při překročení těchto úhlů začne obraz rychle blednout a ztrácet kontrast. Hlavně u TN panelů, které mají jako jediné rozdílné úhly pro vertikální a horizontální pozorování je problém při pozorování těchto panelů zdola.

Kontrast je důležitá hodnota hlavně při pozorování obrazu při denním osvětlení okolí. Je to poměr svítivosti bílé a černé barvy. Skutečná hodnota kontrastu je přibližně čtvrtinová oproti hodnotě udávané výrobcem, protože ta je měřena při speciálních laboratorních podmínkách. Běžně udávané hodnoty jsou několik tisíc ku jedné.

Někdy je udáván tzv. dynamický kontrast. V tom případě monitor sám na základě aktuálního obrazu zvyšuje a snižuje jas.

Jas pouze udává svítivost monitoru při zobrazení všech pixelů bílých.

(Při vysoké hodnotě jasu může být problém se zobrazením černé barvy, stane se z ní šedá.)

8.1.1. CRT displeje

8.1.1.1.Princip CRT

Luminofor a jeho vyzařování:

Luminoform se rozumí látka u které dochází k luminiscenci. Je to pevná látka (může být i kapalná), doplněná o příměs. Jako příměs se užívá mnoho různých

látek (ZnS, Ag, Cu, Mg,...), které udávají luminiscenční centrum vlnovou charakteristiku (barvu) vyzařovaného světla.

Proces ke kterému dochází v luminoforu se nazývá *luminiscence*. K luminiscenci dochází excitací atomů vlivem přísunu vnější energie. Tato energie způsobí to, že předá elektronům v atomech luminoforu energii a ty přejdou na vyšší energetickou hladinu atomu, ve které vydrží jen krátkou dobu a vrátí se zpět do původní energetické hladiny. Při návratu elektronu do původní energetické hladiny dojde k emisi fotonu. Podle toho, jaký je rozdíl energetických hladin při návratu bude mít vyzařený foton frekvenci. Tato frekvence nám udává barvu světla vyzařeného fotonu. Tudiž podle zvolené příměsi udáváme výslednou barvu luminiscenčního záření.

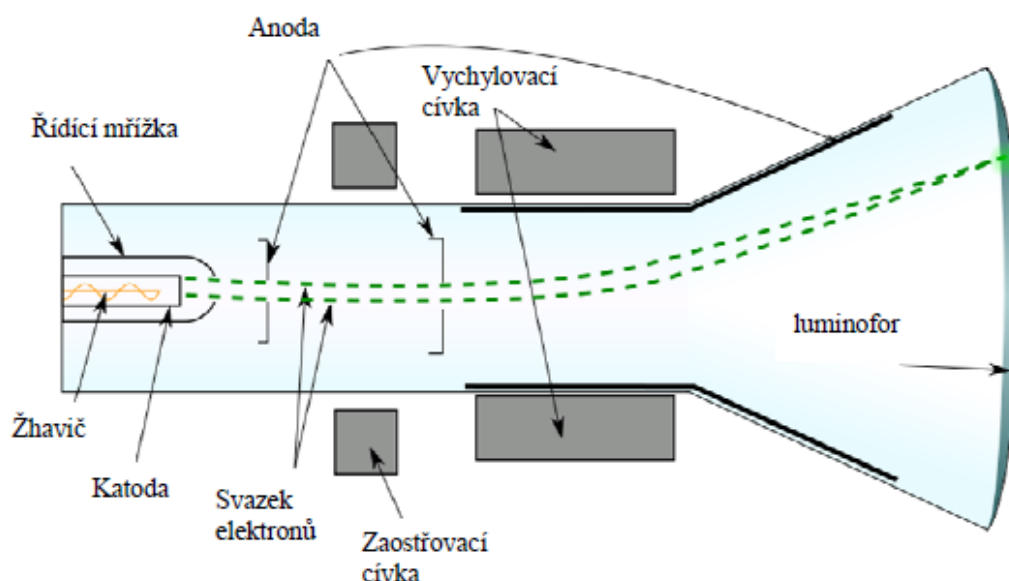
Luminiscenci můžeme posuzovat dvěma způsoby.

Zprv v závislosti jak dlouho luminofor vyzařuje, když vnější zdroj energie odstraníme. Pokud luminofor přestane vyzařovat hned po odstranění vnějšího zdroje, jedná se o *fosforescenci*. Pokud luminofor vyzařuje ještě po odstranění zdroje řádově jednotky až desítky minut jedná se o *luminiscenci*.

Zadruhé podle typu vnějšího zdroje záření. Patří sem například: Elektroluminiscence (elektrické pole způsobí luminiscenci), fotoluminiscence (el. mag. záření způsobí

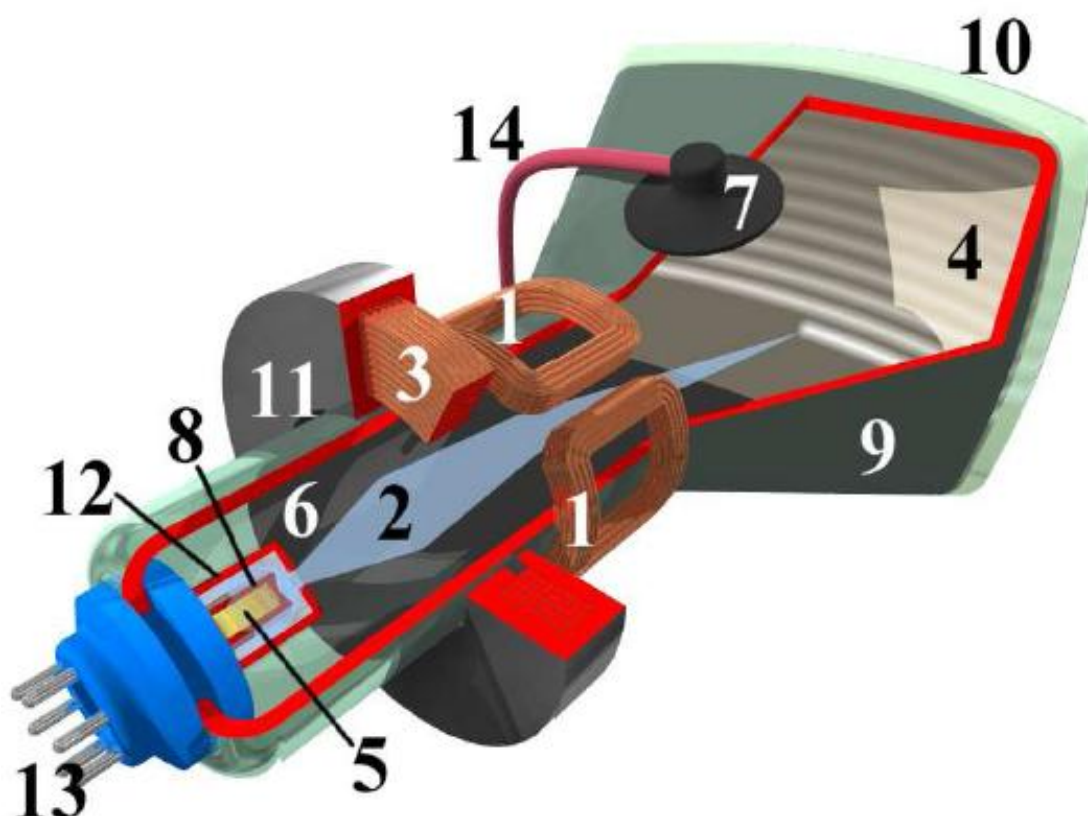
luminiscenci), katodoluminiscence (luminiscenci způsobí elektrony). Je i mnoho dalších vyvolané například tlakem, chemicky, radiačním zářením.

Tento typ zobrazovacího zařízení má nejširší uplatnění, a to například jako monitor u stolních počítačů, televizní obrazovka a displej osciloskopu. Základem tohoto zařízení je skleněná vakuová baňka, která je zepředu tvořena stínítkem na němž je vrstva luminoforu. Dále je v baňce umístěno elektronové dělo, které vystřeluje jednotlivé elektrony na stínítko a rozsvěcuje luminofor.



Obr.8. 3. CRT displej

Signál zpracovaný televizním přijímačem, nebo signál, který jde s televizní karty, je v analogové podobě. Tímto signálem jsou řízeny vychylovací cívky a řídící mřížka. Na začátku trubice se nachází katoda, u které celý proces začíná a je zdrojem elektronů. Aby katoda byla dobrým zdrojem vystřelovaných elektronů, musíme ji rozžhavit na vysokou teplotu, abychom proud elektronů z katody zvýšili na potřebnou intenzitu. Pro změnu intenzity v závislosti na krátkém časovém intervalu je dále umístěna řídící mřížka. Slouží pro rychlou změnu intenzity elektronů a tím vykreslování různé intenzity na luminoforu. Jelikož svazek elektronů potřebujeme dostat pouze do bodu na luminoforu o určitém průměru, je dále použita zaostřovací cívka, pomocí které docílíme, aby svazek konvergoval do tohoto bodu. Touto konfigurací jednotlivých částí docílíme kompletního svazku elektronů dopadajícího na stínítko, ale jen do středu obrazovky. Aby svazek postupně skenoval celou plochu obrazovky, musí být v trubici vychylovací cívky. Princip je jednoduchý. Jelikož svazek elektronů má záporný náboj, tak nám stačí přivést napětí na cívky. Tím docílíme vychýlení svazku elektronů do stran stínítka podle intenzity napětí na cívkách. Cívky jsou 4 a to dvě pro horizontální vychýlení a dvě pro vertikální vychýlení. Tento princip je pouze pro jednobarevné obrazovky.

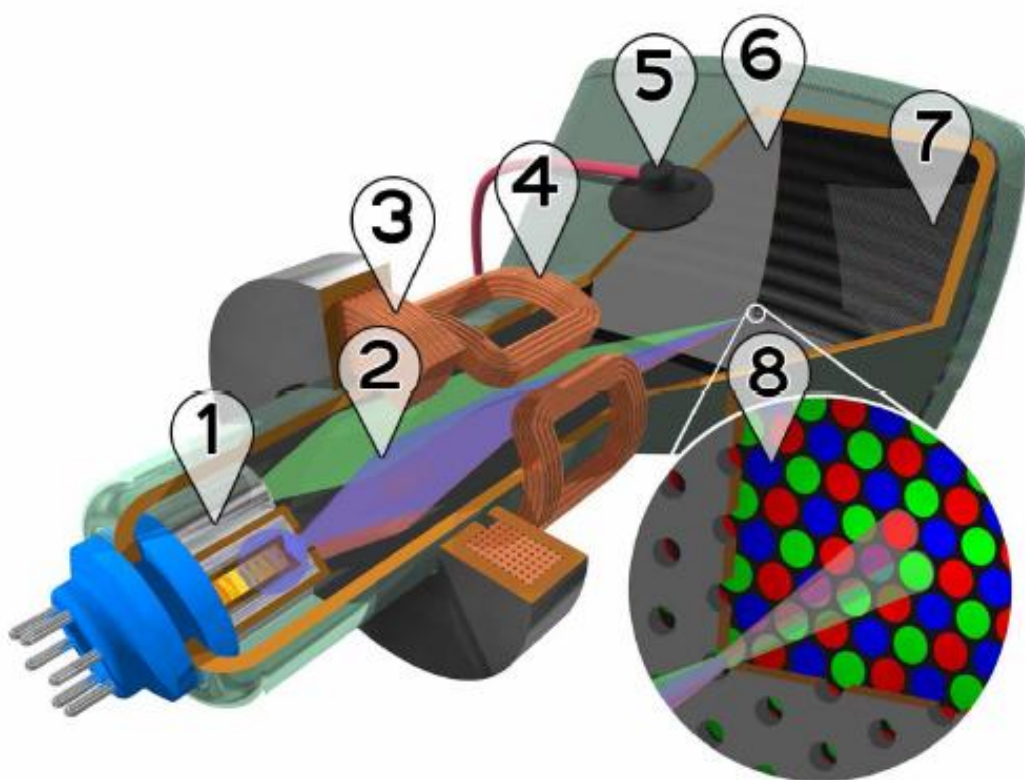


Obr.8. 4. Schématický průřez černobílou CRT

1. Vychylovací destičky
2. Svazek elektronů
3. Zaostřovací cívka
4. Luminofor
5. Žhavení katody
6. Grafitový povrch uvnitř skleněné baňky
7. Připojení anody
8. Katoda
9. Skleněné tělo baňky
10. Obrazovka
11. Kovové pouzdro zaostřovací cívky
12. Řídící mřížka
13. Konektor
14. Připojení anody

Pro vytvoření barevného obrazu musí být soustava CRT obrazovky doplněna o další části a také musí být upraven luminofor.

Jelikož k vytvoření barvy na obrazovce používáme systém RGB, doplníme sestavu obrazovky o dvě elektronová děla. Další změnou je luminofor a maska před něj vložená. Stínítko s luminoforem je totiž složeno ze tří různých luminoforů, které po dopadu elektronů ze tří elektronových děl se rozsvítí ve třech různých barvách podle RGB systému. Každé el. dělo ovládá jednu barvu. A těmi jsou červená, zelená a modrá. Ve výsledku nám spojením těchto tří barev vznikne barva výsledná. Takto vytvoříme barevný bod obrazovky, která je složena z velkého množství bodů.



Obr.8. 5. Schematický průřez barevnou CRT obrazovkou

1. Elektronové dělo (emitor)
2. Svazky elektronů
3. Zaostřovací cívky
4. Vychylovací cívky
5. Připojení anody

6. Maska pro oddělení paprsků pro červenou, zelenou a modrou část zobrazovaného obrazu
7. Luminoforová vrstva s červenými, zelenými a modrými oblastmi
8. Detail luminoforové vrstvy, nanesené z vnitřní strany obrazovky

Aby byla vykreslená celá plocha obrazovky musí svazek elektronů být postupně skenovat celou obrazovku a to tak, že bude projíždět po řádkách. Začíná v levém horním rohu a končí v pravém dolním rohu. Tento celý cyklus se opakuje s frekvencí nejčastěji 60 Hz (používají se i jiné frekvence např. 50Hz a 55 Hz). Tímto je docíleno aby oko vnímalo plynulý pohyblivý obraz, který nebude blikat. Rozlišují se dva typy řádkování a to interlacing a non interlaced mode. *Interlacing* je tzv. *prokládaný mód*, který v prvním vykreslení prokresluje pouze liché řádky a při druhém prokreslení pouze sudé řádky obrazu. Tento typ řádkování je mnohem jednodušší a i náročnost analogového adaptéru, který vysílá signál do trubice je mnohem menší. Tím je docíleno i menších nákladů na adaptér.

Non interlaced mode je neprokládaný mód, který vždy vykreslí celý obraz. Ve výsledné kvalitě obrazu je neprokládaný mód mnohem lepší. U prokládaného módu může člověk vnímat slabé blikání v důsledku toho, že snímek je vykreslen po dvou projetí obrazem.

K zamezení přesahů při zásahu tokem elektronů je před stínítkem umístěna maska. Podle tvaru masky a uspořádání luminoforu na stínítku rozlišujeme tři základní typy obrazovek:

Delta - u níž jsou body na stínítku uspořádány do rovnostranných trojúhelníků (odtud je tedy tento název). Ve stejném tvaru jsou rozmístěny i tři elektronové trysky. Bývají též označovány jako Dot-trio. Stínítko těchto obrazovek bývá tvaru výřezu z koule.



Obr.8. 6. Maska typu Delta CRT obrazovky

Trinitron - s proužkovou strukturou a svislou mřížkou. Elektronové trysky jsou umístěny v rovině. Aby se svislá mřížka nezhroutila, musí být uchycena v pevném rámu a vyztužena pomocí stabilizačních proužků (1-2 podle úhlopříčky obrazovky). Tento typ obrazovek dosahuje vyššího jasů, avšak menší vodorovné rozlišovací schopnosti. Stínítko těchto obrazovek bývá tvaru výřezu z válce a tedy plošší. Sony - tvůrce trinitronu - vyvinula i plošší variantu WEGA. Mitsubichi vyrábí tento druh obrazovky s označením DiamondTron.



Obr.8. 7. Maska typu Trinitron CRT obrazovky

In line - kříženec obou předchozích s maskou tvaru M a elektronovými tryskami v rovině. Někde se též uvádějí jako Slot Mask. NEC vyrábí s takovouto

technologií obrazovky označované jako CROMACLEAR. LG potom Flatron u nějž je mřížka uchycena v pevném rámu a je zřejmě nejplošší CRT obrazovkou.



Obr.8. 8. Maska typu In line CRT obrazovky

8.1.1.2. Výhody a nevýhody CRT

I přesto, že je tato technologie nejstarší, tak má i své výhody. Mezi ně patří v první řadě barevnost. CRT monitory mají dobrý kontrast a barevnou věrohodnost. Další z předností je úhel pro pozorování. Ještě donedávna sem patřila i cena. Bohužel v dnešní době se na trhu nové CRT monitory nevyskytují. Vytlačili je jiné technologie.

Jelikož pro řízení vychylovacích destiček je potřeba vysokofrekvenční napěťový měnič a v sestavě je mnoho cívek je tento typ obrazovky velký a také těžký. Z dalších nevýhod je například silné elektromagnetické vyzařování a kvůli vypouklosti obrazovky geometrická nepřesnost obrazu. Spotřeba elektrické energie je vysoká a při zvětšující se úhlopříčce monitoru se hodně zvyšuje.

8.1.2. LCD displeje

8.1.2.1. Tekuté krystaly

Technologie LCD displejů (správněji LCD TFT – Liquid Crystal Display Thin Film Transistor) vznikala na základě objevení fáze látky, která se nazývá *tekutý*

krystal (Liquid Crystal) a jeho zkoumáním. Tato fáze látky se chová jako kapalná látka, ale má vlastnosti krystalické.

První pokusy a také první zjištění této fáze a jejich vlastností byli asi před 150-ti lety. Bylo zjištěno, že při vložení nervových vláken do vody s látkou myelin, která nervová vlákna drží pohromadě, vznikne zvláštní skupenství, které má jisté polarizační vlastnosti.

Během dlouhé doby k zásadnímu zvratu v tomto odvětví nedošlo. Pouze se toto ověřilo s látkou cholesterolem, který má mezifázi od 146°C do 179°C. Největším zvratem bylo roku 1922 vložení tekutého krystalu do elektrického pole. Tekutý krystal změnil svoji vnitřní strukturu. První LCD displeje se začaly vyrábět až v 70. letech minulého století. Byly to pouze jednoduché jednobarevné displeje bez podsvícení.

Teprve až v 80. letech minulého století se začaly používat a vyvíjet jemné LCD panely které vytvářely barevný obraz systémem RGB. Tyto panely se začaly používat se vznikem notebooků a od této doby se stále vyvíjí a zlepšují.

Protože vlastnosti tekutých krystalů a jejich vnitřní struktura se může lišit, rozdělujeme je na Thermotropic liquid crystals (termotropické tekuté krystaly) a Lyotropic liquid crystals (Lyotropické tekuté krystaly). Rozdíl mezi nimi je ten, že termotropické tekuté krystaly jsou závislé na teplotě. To znamená že do fáze tekutých krystalů se dostanou pouze pokud jsou v určitém rozmezí teplot. Pokud mají nižší teplotu než tento interval bude látka ve stavu pevném a pokud teplota je vyšší bude látka kapalná. Lyotropické tekuté krystaly vznikají složením dvou nebo více látek. Látka krystalická je doplněna o látku, která má funkci rozpouštědla a zaplňuje mezery mezi jednotlivými krystaly. Molekuly tekutého krystalu jsou obvykle podlouhlé tvaru a tvoří šroubovici.

8.1.2.2. Princip LCD displejů

LCD displeje můžeme dělit na tři typy a to reflexní (odrazný), transmisní(propustný) a trans-reflexní. Vnitřní struktura těchto displejů je velmi podobná.

Reflexní využívá okolního světla, které prochází LCD panelem a od odrazné zadní plochy se odráží zpátky. Tudíž nepotřebují mnoho energie a stačí jim napájení z baterií.

Transmisní využívá aktivního podsvícení, které bývá realizováno různými světelnými zdroji.

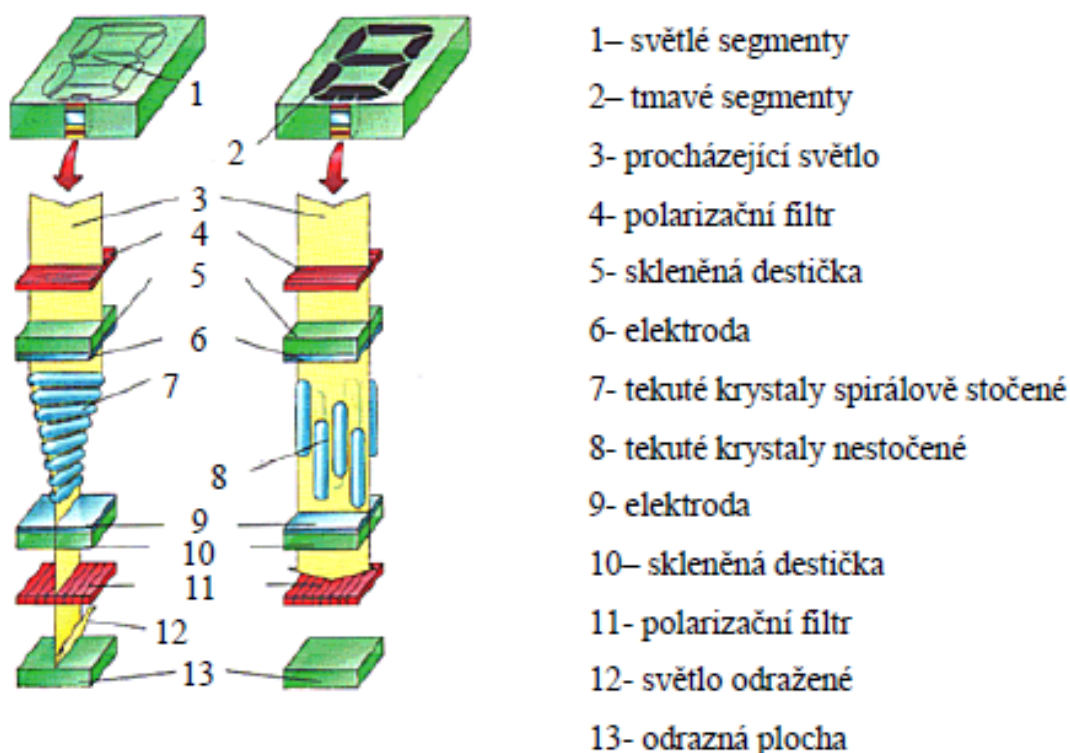
Trans-reflexní je kombinací obou. Když je okolní osvětlení nízké využívá aktivního podsvícení.

První z nich a také nejjednodušší je reflexní. Tento typ se využívá u nenáročných aplikací, převážně černobílých. Například jako displeje digitálních hodin (obr. 8. 10).



Obr.8. 10. Sedmi segmentový typ LCD displeje

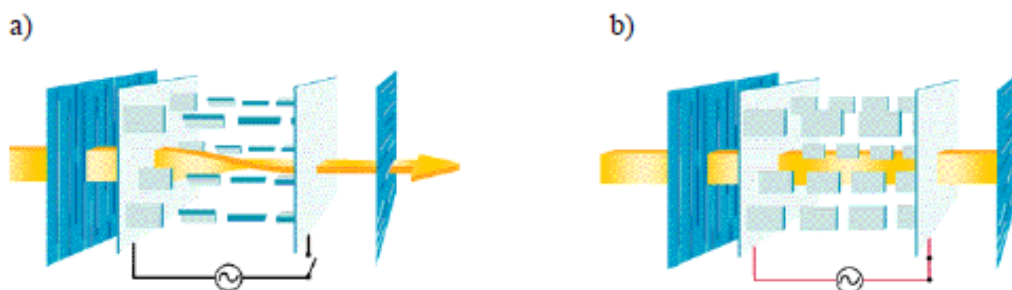
Princip Č-B displeje je na obr. 8.11.



Obr.8. 11. Struktura sedmi-segmentového typu LCD displeje

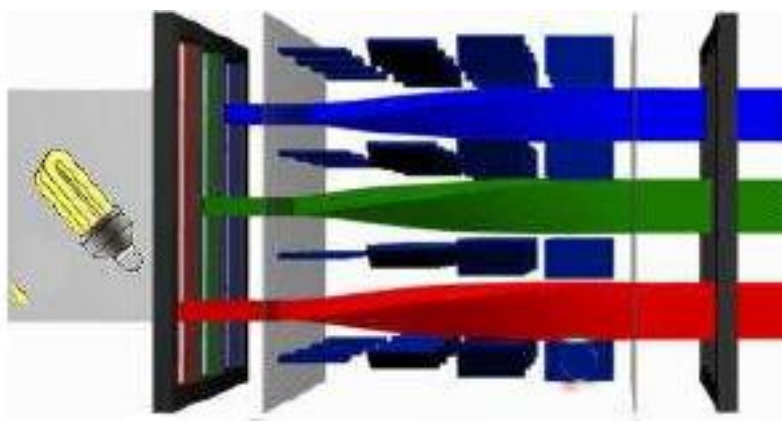
Tento typ displeje využívá okolního světla, které prochází systémem jednotlivých částí. Pro světlý segment je napětí mezi elektrodami rozpojené, tím dojde k průchodu světla. Při průchodu přes polarizátor projde světlo pouze lineárně polarizované. Druhý polarizátor je o 90° pootočen a tudíž tekutý krystal musí lineárně polarizované světlo pootočit o 90° . Při nepřipojeném napětí k tomu dojde. Zpětný chod je souměrný a tudíž máme světlý segment. Pokud však ale připojíme napětí, jednotlivé molekuly tekutého krystalu se jinak orientují, nedojde k pootočení lineární polarizace procházejícího svazku světla a v důsledku toho neprojde světlo druhým lineárním polarizátorem. Takto vznikne tmavý segment.

Transmisní LCD displej využívá stejného principu jako reflexní. Pouze je odstraněna reflexní vrstva, která je nahrazena světelným zdrojem.



Obr.8.12. Průchod světla transmisním LCD displejem. a) bez napětí b) s napětím

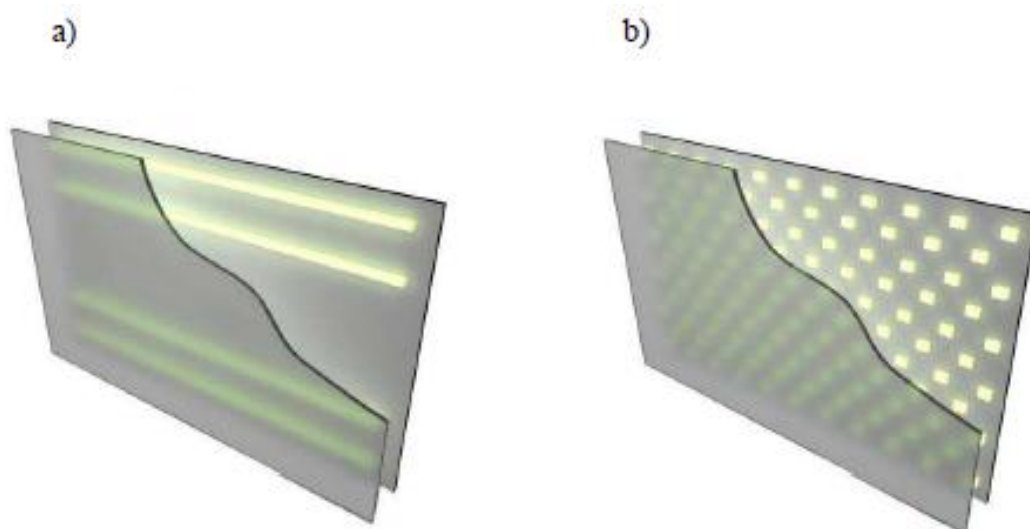
Doposud jsme zmiňovali pouze displeje, u kterých nebyl brán ohled na barvy. Pokud chceme mít displej barevný, musíme rozdělit jednotlivé pixely (obrazové body) na subpixely (podbody), které budou svítit jednou barvou z barevného systému RGB. Jelikož používáme systém RGB, budou body R-červený, G-zelený a B-modrý. Smícháním různých intenzit těchto tří bodů dostaneme výslednou barvu pixelu.



Obr.8. 13. Průchod světla transmisním barevným LCD monitorem

Důležité pro transmisní LCD monitor je jaké zvolíme podsvícení. Využívá se několik typů podsvícení. Nejdůležitější pro kvalitní obraz je, aby celá plocha monitoru byla rovnoměrně podsvícena. Pokud tomu tak nebude, budou na výsledném obrazu místa s různým jasnem. Nejčastěji používané podsvícení monitoru bylo pomocí *zářivek* (CCFL katodovýchtrubic), které jsou rozmístěné tak, aby podsvícení bylo co nejrovnoměrnější. U nejdražších a nejkvalitnějších monitorů se používalo až 16 trubic. U levnějších variant se používala jedna, nebo dvě a více a u některých výrobců se doplňovaly o plošné světlovody, které zlepšovaly kvalitu podsvícení.

V dnešní době již zářivkové poosvětlení vystřídal *LED podsvícení*. Tento typ je energeticky méně náročný a životnost LED diod je mnohem vyšší.



Obr.8.14. Podsvícení LCD monitorů a) zářivkové podsvícení b) LED podsvícení

Poznámka: Co je to TFT ?

V praxi je každý subpixel LCD panelu řízen alespoň jedním tranzistorem, umístěným u každé barevné buňky. Protože tyto tranzistory jsou umístěny po celé ploše panelu, ujal se název TFT – tenký foliový transistor.

8.1.2.3. Výhody a nevýhody LCD monitorů

Asi největší výhodou s příchodem této technologie je rozměr. Protože tyto monitory jsou velmi ploché, tak první využití našly v notebookech. Další výhodou je jejich nízká spotřeba, která se pohybuje u novějších monitorů okolo 30-50W, a to i u velkých 24'' monitorů.

Problém který doprovázel tyto monitory byla rychlost změny barvy jednoho bodu.

Jelikož rychlost natočení tekutých krystalů nebyla v monitorech rychlá, byly rychlé změny hůře vykresleny. V dnešní době výrobci uvádějí velice rychlou dobu odezvy, která bývá pro lepší monitory 2ms.

Další problém nastává pokud má monitor vykreslit obraz ve velice tmavých barvách. Jelikož krystal při zobrazení tmavého bodu nedokáže zastavit všechno světlo, tak bod, který má mít černou barvu má odstín šedé. Někteří výrobci monitorů používají systém, který snižuje při tmavých scénách intenzitu podsvícení. Tomuto říkáme dynamický kontrast.

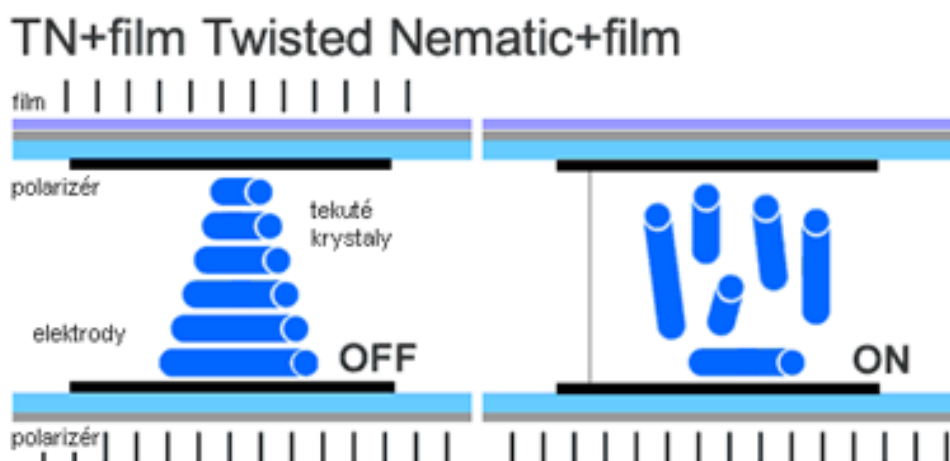
8.1.2.4. Technologie LCD**Technologie TN (Twisted Nematic), obr.8.15.**

Plný název je TN+film, film je dodatečně rozptylující optická vrstva, která má zlepšit pozorovací úhly.

Je to nejstarší technologie výroby LCD. Tyto monitory mají nejmenší pozorovací úhly, rozdílné ve vertikálním a horizontálním směru. Hlavně při pohledu zespoda obraz rychle tmavne a dochází k inverzi barev, při pohledu z boku dochází k posunu barev do žluta. Celkové podání barev je nejhorší u LCD monitorů. Rovněž reálná doba odezvy je často až 5x větší, než udává výrobce. (V poslední době se používá technologie Overdrive, která umožňuje snížit dobu odezvy až na jednotky ms.)

Další nevýhodou je to, že “mrtvý pixel” svítí (mrtvý pixel je nefunkční, je to výrobní vada). Při určitém počtu mrtvých pixelů (obvykle 3-5) je možno monitor reklamovat.

Jedinou výhodou této technologie je nízká cena



Obr. 8.15.

Typické skutečné parametry TN panelů:

pozorovací úhly- 140°H, 120V

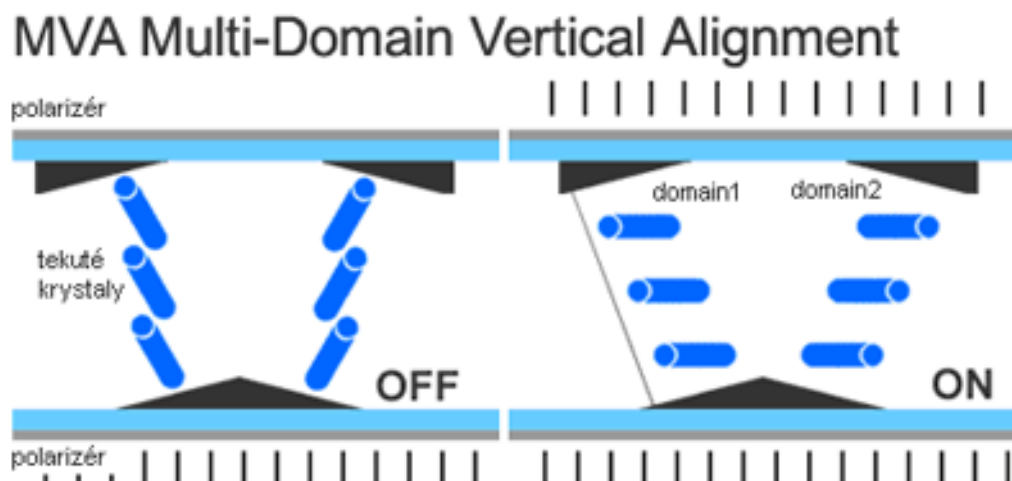
kontrast – 400:1

odezva- 10 – 30 ms,

Technologie MVA/PVA (Multi-domain Vertical Alignment, Pattemed Vertical Alignment), obr.8.18.

Tyto dvě technologie jsou téměř totožné, MVA vyvinula firma Fujitsu-Siemens a PVA Samsung. Existují v několika variantách.

Matrice MVA a PVA jsou založeny na nápadu orientovat molekuly krystalů vertikálně (odtud VA-Vertical Alignment). Cílem je dosažení vysokého kontrastu a krátké reakční doby. Buňky jsou rozděleny do tzv. domén, aby se zlepšila jasová charakteristika při pohledu z boku. Dnešní panely MVA se liší množstvím a uspořádáním domén.



Obr.8.18.

Mezi rozdíly oproti TN patří vyšší kontrast, lepší doba odezvy, mrtvý pixel je tmavý, pozorovací úhly jsou větší a stejné v obou směrech. Barevné podání je téměř stejné jako u TN.

Premium MVA je nejvíce využívaná variant této technologie.

S-MVA je prakticky stejná jako Premium MVA, rozdíl je ve výrobci.

A-MVA je novější technologie, má vylepšené barevné podání.

S-PVA vylepšuje opět barevné podání a pozorovací úhly.

Typické skutečné parametry MVA a PVA panelů:

pozorovací úhly – 160H, 160V

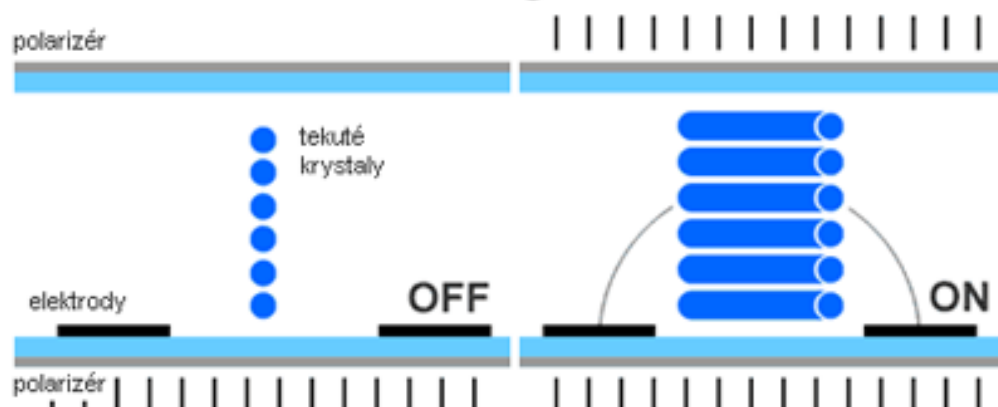
kontrast – 600 : 1

odezva – 8 – 50 ms

Technologie IPS (In-Plane Switching – přepínání v ploše)

Tato technologie byla vyvinuta firmou Hitachi, aby pomohla vyřešit dva problémy TN matic, malé pozorovací úhly a špatné podání barev. Jak z názvu vyplývá, elektrody jsou uloženy ve stejné rovině, viz obr.8.21.

IPS In-Plane Switching



Obr.8.21.

Je to nejlepší, ale i nejdražší technologie. Má velice krátkou dobu odezvy. Pozorovací úhly jsou stejné jako u předchozí technologie. Barevné podání je nejlepší ze všech uváděných technologií. Mrtvý pixel je tmavý.

S-IPS (Super IPS) je dnes nejběžnější IPS technologie. Má vylepšenou dobu odezvy, původní IPS technologie z roku 1996 měla dobu odezvy až 50 ms.

H-IPS je to nejnovější technologie. Odstraňuje mírné zabarvení do fialova, které se projevuje u IPS technologie při sledování z úhlů, zlepšuje kontrast a zjemňuje strukturu obrazu.

Typické skutečné parametry IPS panelů:

pozorovací úhly – 165H, 165V

kontrast – 300 : 1

odezva – 20 – 60 ms

Poznámka: pokud nebudete vědět, jde-li o panel PVA nebo IPS, zobrazte si černou barvu a podívejte se na panel ze strany – pokud uvidíte modravý nádech, jedná se o IPS.

8.1.3. Plazma displeje

8.1.3.1. Plazma

Abychom pochopili princip plazma displejů, musíme si nejdříve objasnit, co je to *plazma* a jakou funkci má u technologie PDP (Plasma Display Panel). Hmota, jak ji známe, se skládá z atomů, zatímco plazma je skupenstvím složeným z iontů a elementárních částic.

Protože není plazma plynem, kapalinou ani pevnou látkou, nazývá se někdy *čtvrtým skupenstvím hmoty*. V klidovém stavu se v plazma displejích nachází plyn, resp. se jedná o směs vzácných plynů jako je argon, neon či xenon. Jsou to elektroneutrální atomy, čili musíme najít způsob, jak z nich vytvořit plazmu. Ten je jednoduchý – plyn se vloží do elektrického pole, čímž se objeví mnoho volných elektronů. Srážky mezi elektrony a částicemi plynu ústí v to, že některé atomy plynu ztratí své elektrony a vznikají tak kladně nabitě ionty. Spolu s elektrony tedy získáváme plazmu. Tím, že máme vytvořeno elektrické pole, začnou se jednotlivé nabitě částice pohybovat ke svým opačným pólům – plynové ionty k záporně a elektrony ke kladně nabitému pólu. V plazmě tedy dochází k velkým pohybům a ve vzniklém „zmatku“ se začnou jednotlivé částice srážet. To způsobí, že plynové ionty se dostávají do excitovaného stavu a poté uvolní foton, tedy světlo.

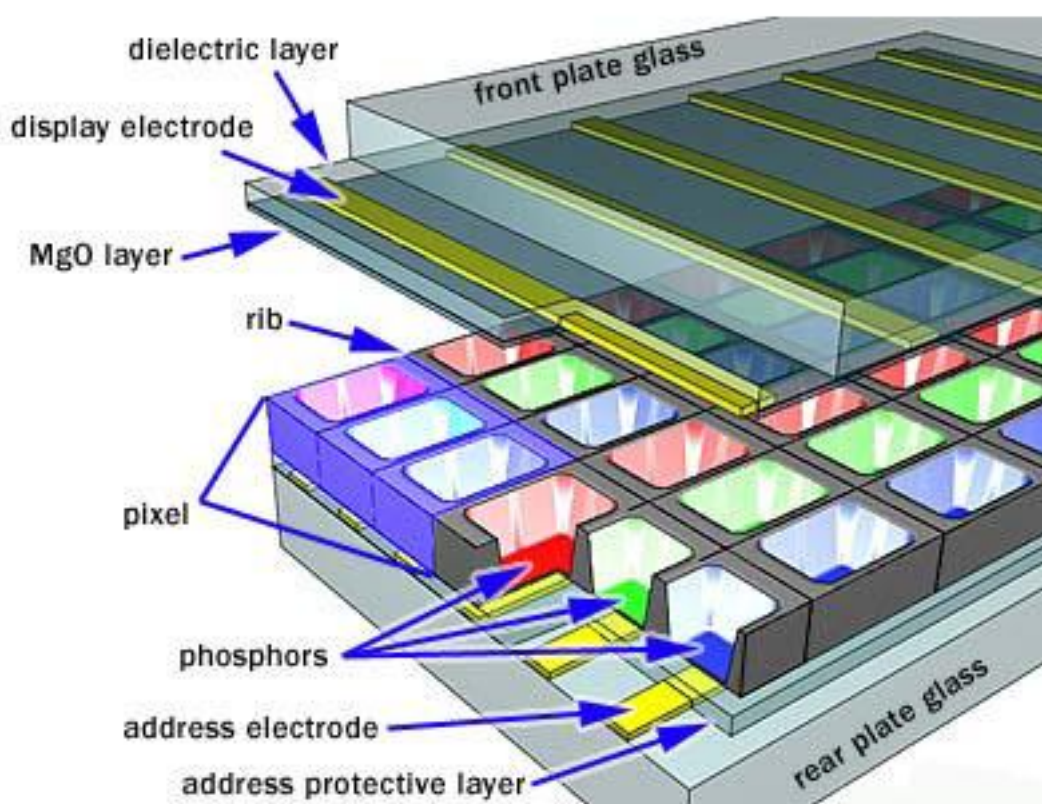


Obr.8. 16 – Schéma uvolnění fotonu z plynového iontu

K pochopení uvolnění fotonu musíme zabrousit ještě hlouběji do chemie. Při nárazu volného elektronu do jednoho z elektronů iontu na nižším orbitalu, získá tato částice energii, která jí dovolí na krátký čas přejít na vyšší energetickou hladinu (např. z orbitalu „s“ do orbitalu „p“). Ovšem okamžitě poté ho elektromagnetické síly donutí k návratu na původní orbital a přebytečná energie je uvolněna ve formě fotonu (foton je částice, jejíž hmota a energie je dána pouze rychlostí – při nulové rychlosti zaniká). Energie fotonu, který je uvolněn ionty neonu a xenonu, je často tak vysoká, že vlnová délka přesahuje možnosti lidského oka, uvolňuje se totiž pro nás neviditelné ultrafialové záření.

8.1.3.2. Princip Plazma displejů

Z předešlé části je jasné, že jednotlivé buňky jsou aktivní a vyzařují světlo každá zvlášť. Jelikož záření z výboje je ultrafialové a lidské oko jej nevidí, musí být buňka doplněna o luminofor, který toto záření vstřebá a vyzáří pro oko viditelné záření. Celý displej je složený z matice buněk (pixelů), které jsou složeny z jednotlivých subpixelů. Vždy tři subpixely tvoří barevný systém RGB. Celá matice buněk je ovládaná sítí elektrod, takže každá buňka se zvlášť ovládá pomocí této sítě, obr.8.17.



Obr.8.17. Schéma struktury plazma displeje

8.1.3.3. Výhody a nevýhody plazma displejů

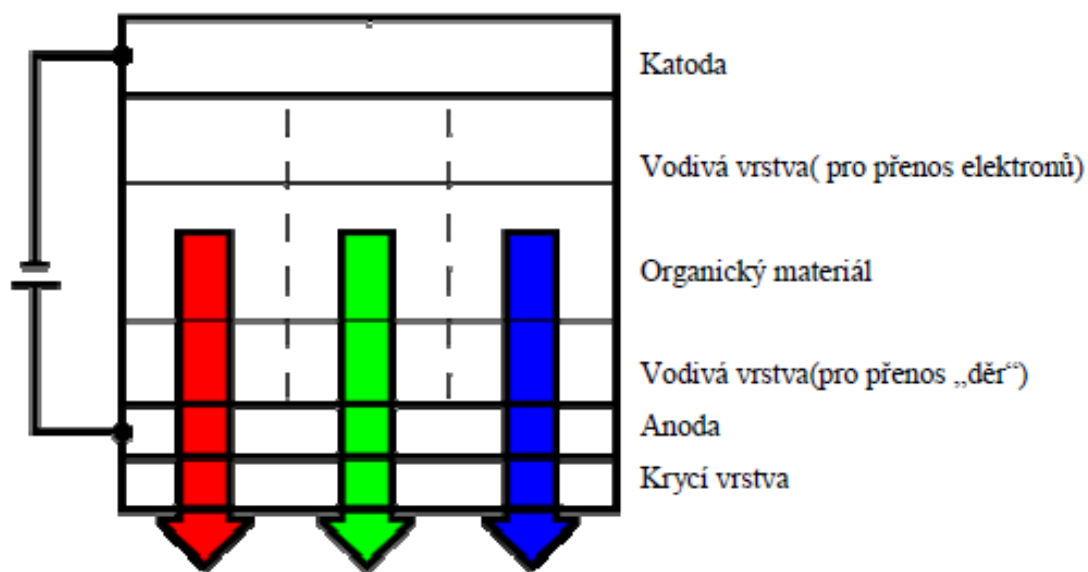
Díky tomu, že každý pixel vyzařuje zvlášť, mají tyto displeje velmi dobrou úhlovou vyzařovací schopnost. Mezi další výhody těchto monitorů patří také rozměry, tyto monitory jsou velmi ploché.

Nevýhodou plazma displejů je nižší životnost. Je to relativní pojem, ale při srovnání s LCD panely je nižší. Nízká životnost je způsobena tím, že dochází k povrchovému výboji a tím v pixelu dochází vlivem vysoké teploty k opotřebování. Také velkým technologickým problémem je vyrobit malý pixel, tím pádem se tato technologie uplatňuje při výrobě plasma televizorů s poměrně velkou úhlopříčkou obrazu.

8.1.4. OLED displeje

8.1.4.1. Princip OLED technologie

Je to jedna z nejnovějších zobrazovacích technologií, která svoje využití rozšiřuje i do dalších odvětví, a tou je osvětlovací technika. Princip této technologie využívá technologii organických elektroluminiscenčních diod. Z názvu této technologie OLED (organic lighting emitting diode) vyplývá, že aktivním prvkem, který emituje fotony, tudíž svítí, je organická látka. Struktura a princip OLED displeje je velice jednoduchá. Vrstva organické látky je vložena mezi několik vrstev, viz obr.8. 19.



Obr.8. 19. Schéma struktury OLED displeje

Na jedné straně je umístěna katoda. Katoda přes vodivou vrstvu dopuje organickou látku elektrony . Na druhé straně je anoda, která přivádí přes vodivou vrstvu k organické látce „díry“. Pokud budou do organické látky přiváděny elektrony, bude docházet k emisi fotonů. Volný elektron způsobí to, že při nárazu do jiného elektronu atomu organické látky, předá elektronu svoji energii. Tato energie poslouží k tomu, že elektron přeskočí z valenční energetické hladiny atomu do energetické hladiny vodivostní. Jelikož elektron nemá dostatek energie , aby ve vodivostní energetické hladině setrval, po krátké době přeskočí zpět do valenční vrstvy a při tomto procesu dojde k vyzaření fotonu. Intenzit vyzařování lze měnit změnou proudu mezi jednotlivými elektrodami.

Organické látky používané v OLED displejích jsou buď Polyphenylevevinylen (R-PPV), nebo Polyfluoren (PF). Abychom vytvořili jednotlivé barvy vyzařovaného světla z organické látky, musíme látku chemicky upravit. Výhodou těchto látek je jednoduché nanesení na podložku. Dá se říci, že nanášení je podobné tisku. Mohou se vyrábět displeje pružné a průhledné. Pružné a průhledné díky tomu, že ostatní vrstvy, a to i jednotlivé elektrody, se dají vyrábět z ohebných a transmisních materiálů.



Obr.8. 20. Ohebný transmisní OLED displej

Jednoduchou výrobou vrstvy organického materiálu je jednoduché vytvářet různé tvary pixelů (subpixelů).

Řízení těchto displejů může být pomocí pasivní matice jednotlivých elektrod. Od toho nesou tyto displeje název **PMOLED** (passive matrix OLED).

Naproti tomu displeje **AMOLED** (active matrix OLED) s aktivní maticí elektrod, se používají u grafických displejů. Tato technologie je mnohem složitější a tudíž i nákladnější, jelikož každý bod je řízený dvěma vlastními tranzistory, které slouží pro řízení nabíjení a vybíjení kondenzátoru a stabilizaci napětí.

8.1.4.2. Typy OLED displejů a panelů:

PHOLED displej: (phosphorescent OLED) je typ OLED displeje, kde organický materiál pracuje na bázi fosforeskujícího materiálu. Oproti klasickému OLED displeji má mnohem větší účinnost, a to až 4krát větší.

Tento typ displeje má využití spíše v osvětlovací technice. Například by se tato technologie mohla využít jako podsvícení u LCD displejů. Výhodou této technologie je, že docílíme plošného zdroje o vysoké účinnosti, tudíž se dá technologie využít v mnoha aplikacích.

TOLED displej: (Transparent OLED) je typ OLED displeje u kterého se dá technologicky dosáhnout až 80% propustnosti světla. Ve vypnutém stavu je displej průhledný. Může se vyrábět tak, že výsledné vyzařování bude do obou stran a obraz můžeme pozorovat jak z přední strany, tak i z druhé strany pouze bude převrácený.

FOLED displej: (Flexible OLED) je již zmiňovaný ohebný typ displeje. Jelikož technologie dovolují výrobu OLED struktury složené z materiálů, které mají flexibilní vlastnosti, mohou se organické látky na tyto materiály nanášet a docílit tím pružnosti displeje.

WOLED displej: (White OLED) je displej využívající technologie PHOLED, a to hned ve třech barvách (RGB-červená, zelená a modrá), které využívá ke složení v barvu bílou. Nejčastěji je tento displej složen z jednotlivých proužků a pomocí nich můžeme měnit odstín bílé barvy (její teplotu chromatičnosti). Touto technologií dosáhneme jasně bílého světla, jenž může být využito pro osvětlovací účely, nebo se může panel vytvořit světelný text.

SOLED displej: (Stacked OLED) neboli takzvaný vrstvený OLED displej. Tato technologie má modifikované skládání barev. RGB systém skládání barev zůstává stejný, jen se vyžije mnohem více plochy tím, že jednotlivé subpixely jsou na sebe vrstveny. Tímto se může dosáhnout mnohem větší svítivosti displeje, jelikož subpixel nezabírá pouze třetinu pixelu, ale zabírá plochu celého pixelu.

8.1.4.3. Aplikace OLED displejů:

Doposud nejvyužívanější aplikací těchto displejů byli jednobarevné displeje, popřípadě několik barev na displeji. Nejčastěji využívané v mp3 přehrávačích a jako druhý displej mobilních telefonů. Tyto displeje jsou na bázi pasivní matice elektrod a jejich výhodou je jednoduchá výroba, nízká spotřeba a vysoký kontrast. V dnešní době se již začínají objevovat grafické displeje, nebo televize s vysokým rozlišením. Díky tomu, že se dají využít průhledné materiály na výrobu těchto displejů, tak aplikací je nespočetně mnoho. Například se tyto monitory využívají na průhledných štítcích v helmách armádních pilotů. Další možná aplikace by byla v automobilovém průmyslu. Jednotlivé informace by byly zobrazeny na čelním skle automobilu. U grafických displejů je mnohem náročnější výroba, protože matice elektrod je aktivního typu a každý bod je ovládán dvěma tranzistory. Jelikož výroba jednobarevných OLED panelů je jednoduchá a není nákladná, začíná se tato technologie specializovat i na osvětlení. Přináší s sebou velké výhody. Lze takto vyrábět plošné zdroje o vysoké účinnosti a svítivosti. Těmito osvětlovacími panely se dá ušetřit mnoho energie, a to například v použití s LCD displeji. Docílíme kvalitního podsvícení LCD displeje a zároveň snížíme spotřebu.

8.1.4.4. Výhody a nevýhody OLED displejů:

Tato technologie s sebou přináší mnoho výhod, a to i pro jednoduché displeje, tak i pro grafické displeje, které do této doby byli pouze jako prototypy. U jednoduchých jednobarevných displejů je to vysoký kontrast s nízkou spotřebou. V této době se již dostávají na trh i grafické displeje, a to v podobě OLED televizoru. Při prvním pohledu na displej je zřejmé, že velikost nehraje roli. Tyto displeje se mohou vyrábět neskutečně ploché. První OLED televize je plochá pouze 3mm, ale nebyl by problém vyrobit zobrazovací panel řádově ve zlomku průměru lidského vlasu, což je velice nepatrný rozměr. Záleží pouze na tom, kolik zabírá elektronika a kde bude umístěná. Samostatný zobrazovací panel může mít více modifikací. Může být jako klasický displej, nebo jako průhledná fólie, protože materiály na vnější plochy mohou být různé. Například pokud by jako podložka byla využita reflexní plocha, mohl by displej ve vypnutém stavu sloužit jako zrcadlo.

Další velkou výhodou, které si uživatel všimne, je vysoký kontrast. Udává se

10⁶ :1 . Je to hodně vysoký kontrast oproti starším technologiím displejů. Doba odezvy u těchto monitorů je tak nízká, že výrobci ji nemusí udávat. Oproti LCD displejům je nižší než jeden řád, čímž se dostáváme do mikrosekund a takovéto intervaly již oko nemá šanci postřehnout. Obrazové parametry těchto displejů jsou také velice výborné. Tím, že každý bod vyzařuje zvlášť, lze monitor pozorovat z jakéhokoliv úhlu. Geometrie obrazu je také perfektní. Spotřeba těchto displejů je také velice dobrá.

Jednou z prvních nevýhod těchto displejů, při vyvíjení, byla životnost buněk. Organický materiál rychle stárnul a i geometrie jednotlivých bodů se měnila. Postupem času se výroba materiálu a elektronické řízení buněk zlepšovalo. Životnost organického materiálu se se zvyšujícím se napětím rychle snižuje. Tento problém nastává při vykreslování jednotlivých řádků. Jednotlivé body musí být rozsvíceny na vysokou intenzitu, jelikož budou rozsvíceny znovu až po celém cyklu. Tímto prochází jednotlivými body vysoký proud a buňka rychle stárne. Další problém nastává u barevných displejů. Materiály pro různé barvy stárnou jinak.

Díky tomuto problému dochází ke změně barevného podání. Tento problém jde do jisté míry vyřešit elektronicky tím, že bude nastaveno řízení intenzity jednotlivých barev. Dalším nápadem by byla výměna pouze panelu s tím, že elektronika by zůstala původní.

8.1.5. Heliodisplay

8.1.5.1. Princip heliodisplay technologie:

Tato poměrně nová technologie je založená na zobrazování grafických aplikací ve volném prostoru.

Základní myšlenka díky které vznikla tato technologie je promítnout obraz do proudu vzduchu. Tento proud vzduchu je lehce obohacen částicemi vody, díky kterým se promítané světlo rozptyluje a je vidět. Tento proud vzduchu společně s mlhou vytvořenou z vody je na pohled plně průhledný. Zařízení spotřebuje pouze malé množství vody na svoji funkci. Podle parametrů nastavení zařízení

spotřebovává od 80 do 120 ml za hodinu. Do tohoto proudu vzduchu je promítnut obraz.



Obr.8. 22. Heliodyplay technologie

8.1.5.2. Výhody a nevýhody heliodyplay technologie:

Tato technologie nalezne své uplatnění převážně při demonstračních ukázkách a jako reklamní zobrazovací zařízení. Jelikož je to velice nová technologie, tak s sebou přináší mnoho nevýhod. Při zobrazování musí být zařízení v přitmě, protože nelze zobrazit černou barvu a samostatný obraz má nízký kontrast. Další nevýhodou je vysoká spotřeba elektrické energie. Zobrazovací zařízení vydává také mnoho hluku.

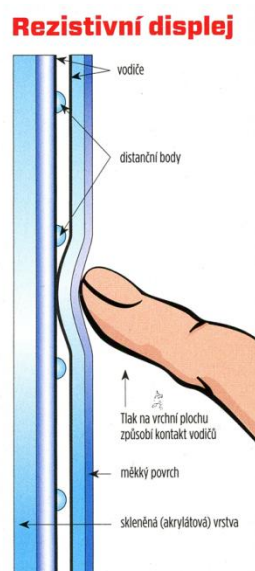
8.2. Dotykové displeje

Doba sofistikovaných smartfonů a tabletů zapříčinila mohutný rozvoj dotykových displejů. Dotykové displeje nejsou objevem posledních let, ale historie sahá do šedesátých let minulého století. Jejich současný rozvoj je spojen s vývojem software, který je pro ovládání pomocí prstů či stylusu tvořen. Tato první technologie byla kapacitní.

V současnosti se používají dvě technologie snímání polohy prstu či pera.

První technologie je rezistivní.

Rezistivní (odporová) dotyková vrstva se skládá ze dvou tenkých elektricky vodivých vrstev, oddělených úzkou mezerou. Při dotyku libovolným předmětem dojde ke spojení vodivých ploch a následná změna elektrického proudu je vyhodnocena řadičem a předána systému jako událost dotyku. Pro tuto technologii je typické prohýbání displeje, kdy dochází k fyzickému spojování vodivých vrstev. Výhodou této technologie je vysoká přesnost a možnost ovládání libovolným předmětem či hrotem, ale při ovládání prsty nenabízí takový komfort jako metoda kapacitní.

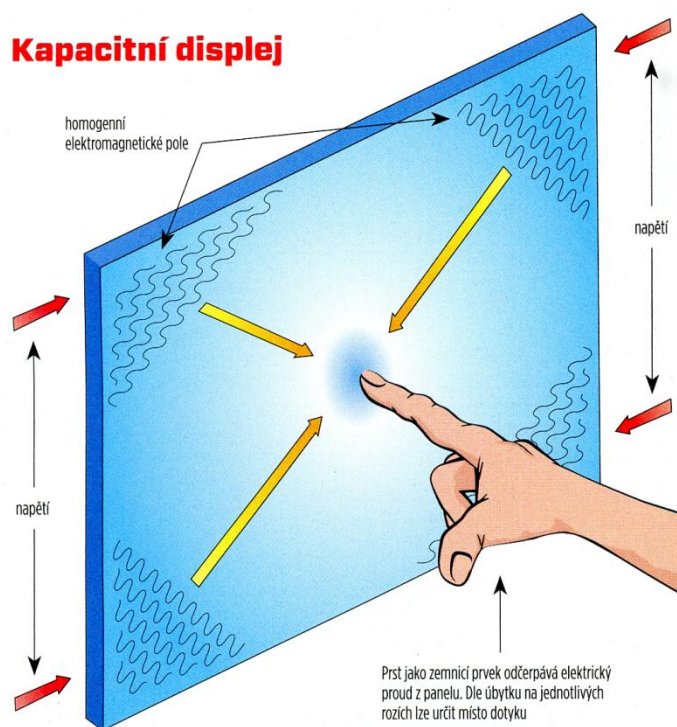


Obr.8.23. Rezistivní displej

Kapacitní technologie pracuje tak, že displej je překryt izolantem (plast, sklo), který je potažen sítí průhledných vodičů. Protože lidské tělo je také vodič, takže

při dotyku naruší elektrostatické pole snímače a dojde k měřitelné změně kapacity. Nevýhodou oproti odporové metodě je nižší přesnost, která je vyvážena adekvátně přizpůsobeným uživatelským rozhraním. Pokud je to žádoucí, lze i u kapacitního snímače používat pero, ale musí být opatřeno vodivým hrotem.

V současné době je dáována přednost kapacitní snímací metodě.



Obr. 8.24. Kapacitní displej

8.3. 3D displeje

V současné době se stále více prosazují displeje umožňující prostorové zobrazení. Původně to byly hlavně kina či televizory, nyní se tato technologie začíná uplatňovat u herních konzol, chytrých mobilních telefonů a podobně.

Dnes jsou všechny technologie prostorového zobrazení založeny na *stereoskopii*, tedy dvou mírně stranově posunutých obrazech pro levé a pravé oko, stejně jako při pozorování prostoru oběma očima.

Problematika prostorového zobrazování se rozpadá do dvou odlišných směrů. V kinech, případně u televizorů se prostorového zobrazení dosahuje obvykle s

pomocí *speciálních brýlí*, u mobilních zařízení se spíše uplatňuje tzv. *autostereoskopie*, možnost vnímat hloubku obrazu bez dalších pomůcek.

Použití speciálních brýlí se dále dělí na aktivní a pasivní metody.

Aktivní 3D brýle mají zorníky osazeny vrstvou kapalných krystalů a tato vrstva plní funkci závěrky synchronizované s projekčním zařízením, ať je to televizor, nebo projektor v kině. Postupně se velkou frekvencí (kolem 120 Hz, aby nerušilo blikání) promítá střídavě obraz pro levé a pravé oko a brýle synchronně zatmívají to oko, pro které právě obraz není určen.



Obr.8.25. Aktivní brýle Sony

Pasivní metoda využívá jednak *polarizované světlo*, pro každé oko v jiné orientaci, tyto jsou vzájemně kolmé a divák má na očích brýle osazené polarizačními filtry jejichž propustné směry jsou orientovány tak, aby každé oko vidělo jen obraz, určený pro ně. Tato metoda umožňuje pozorovat barevný obraz.

Další pasivní metoda je známa jako *anaglyfy*. Metoda je založena na doplňkových barvách. Obraz pro levé oko je monochromatický v červené barvě a v levém zorníku brýlí je zelený (správněji by měl být azurový) filtr, naopak obraz pro pravé oko je zelený (azurový) a v zorníku brýlí je červený filtr. Tato metoda neumožňuje promítat barevný obraz.

Obě tyto metody, jak aktivní, tak pasivní umožňují pozorovat prostorový obraz většímu počtu diváků současně, na rozdíl od metod autostereoskopie, která umožňuje sice bez dalších pomůcek pozorovat 3D obraz ale vždy jen jednomu pozorovateli a ještě si musí najít vhodnou polohu očí oproti předloze.

Autostereoskopické metody, používané v současné praxi jsou opět založeny na dvou principech. Jedná se o metodu tzv. paralaktické bariéry, nebo využití lentikulárních mikročoček.

Metodu *paralaktické bariéry* nejlépe vystihuje obrázek 8.26. Obrázek je složen z proužků, střídavě pro levé a pravé oko a neprůhledný rastr zamezuje tomu, aby levé oko vidělo pravý obraz a naopak.



Obr. 8.26. Metoda paralaktické bariéry

V případě *lentikulárních čoček* je opět obraz rozložen do proužků střídavě pro levé a pravé oko a soustava válcových mikročoček opět umožňuje, aby pravé oko vidělo pouze svůj obraz a stejně tak levé oko.

U obou těchto metod je zřejmé, že pozorovatel vůči předloze musí zaujmout předem danou polohu, aby došlo ke kvalitnímu prostorovému vjemu.



Obr. 8.27. Metoda lentikulárních čoček

9. Prezentační technika

9.1. Obrazové projektory

Na úvod této kapitoly se seznámíme s klasickými obrazovými projektory, které jsou již v dnešní době na ústupu, ale lze na nich prezentovat optické principy projekce průhledných i neprůhledných obrazových předloh. Budeme se zabývat pouze projektory pro statický obraz, nikoliv pro obraz dynamický, čili kinoprojekcí.

9.1.1. Diaprojektory

Diaprojektory se používají pro projekci průsvitných předloh – *diapozitivů*. Jsou konstruovány pro formáty 24 x 36 mm a 60 x 60 mm. Optické schema osvětlovací soustavy diaprojektoru včetně diapozitivu je na obrázku 7.4. Zrcadlo se používá převážně tzv. studené, osvětlovací soustava při větších světelných výkonech je doplněna ventilátorovým chlazením. Objektivy jsou buď s pevnou ohniskovou vzdáleností, nebo i s proměnnou ohniskovou vzdáleností – zoomy. Krátkoohniskové objektivy se volí pro menší projekční vzdálenosti, dlouhoohniskové do větších konferenčních sálů. Obrázek klasického diaprojektoru je na obrázku 9.1. V současné době se vyskytují diaprojektory obvykle s lineárními nebo kruhovými zásobníky diapozitivů pro 36 nebo 50 diapozitivů. V dřívějších dobách byly pouze pro jeden či dva diapozitivy v posuvném držáku diapozitivů. Moderní diaprojektor je na obrázku 9.2.

Konstruuji se i diaprojektory se zabudovanou matnicí, na kterou je obraz promítán, viz obr. 9.3.

Moderní diaprojektory mohou obraz převedený do digitální podoby prezentovat i na monitoru, obr. 9.4.



Obr.9.1. Diaprojektor s lineárním zásobníkem



Obr.9.2. Moderní diaprojektor

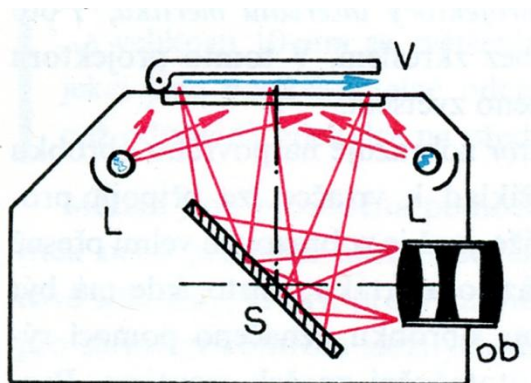


Obr.9.4. Diaprojektor s kruhovým zásobníkem (karusel) a možností digitalizace obrazu

9.1.2. Epiprojektory

Epiprojektory se používají pro projekci neprůhledných předloh. Základním rysem epiprojekce je difúzní rozptyl při odrazu. Promítaná předloha se chová jako sekundární světelný zdroj s difúzním odrazem, který má podstatně nižší jas než zdroj v diaprojektoru. Proto musí být předloha osvětlena dostatečně silným zdrojem (několika žárovkami i pro zajištění rovnoměrného osvětlení celé předlohy). Schema epiprojektoru je na obrázku 9.5., snímek současného moderního epiprojektoru, který může promítat i drobné prostorové předměty je na obrázku 9.6.

V současné době jsou epiprojektory stále častěji nahrazovány projekčními kamerami, viz kapitolu 9.3.



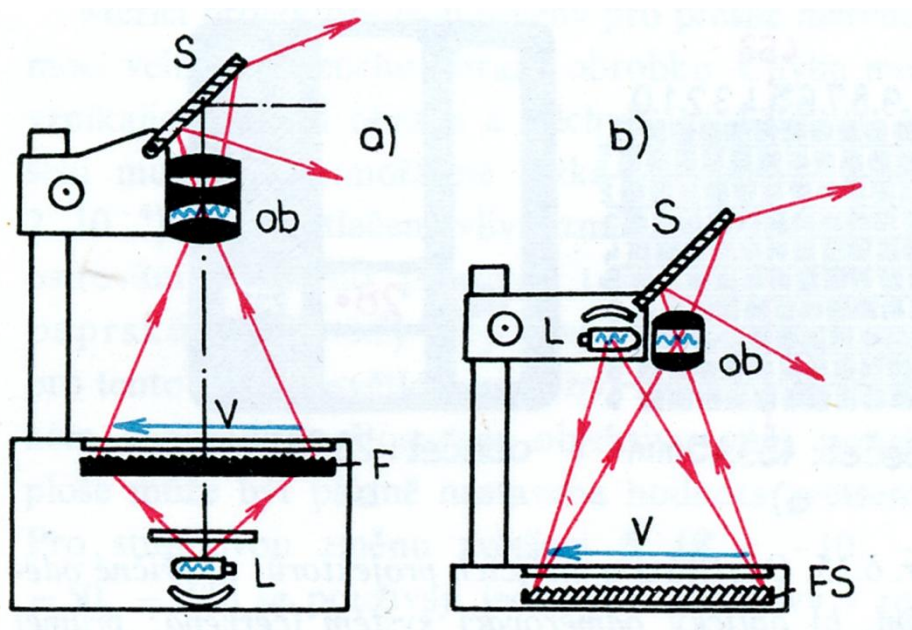
Obr.9.5. Schema epiprojektoru. L- lampy, S- zrcadlo, V- promítaná předloha, ob-objektiv



Obr.9.6. Epiprojektor

9.1.3. Zpětné (psací) projektory

Zpětné alias *psací projektory* umožňují projekci velkých ploch (až 300 x 300 mm) i v nezatemnělé místnosti. Jejich činnost je možná jen diaprojekcí (průsvitné předlohy) pomocí vysokovýkonných halogenových žárovek. Jako kondenzor je použita Fresnelova čočka umístěná přímo pod předlohou (psací plochou). Schema takového psacího projektoru je na obrázku 9.7.a. Vyrábějí se i lehké přenosné psací projektory se zrcadlovým kondenzorem, který tvoří zrcadlíčí Fresnelova čočka. Žárovka je umístěna vedle objektivu a je po dvojitým průchodu předlohou zobrazena do objektivu, obr.9.7.b.



Obr.9.7. Zpětné – psací projektory. a- klasický, b-přenosný
L-žárovka, ob-objektiv, S- odchylojící zrcadlo, F- Fresnelova čočka, FS-
Fresnelova zrcadlová čočka, v- promítaný předmět



Obr.9.7.1. Reflexní psací projektor



Obr.9.7.2. Klasický psací projektor

9.2. Dataprojektory

Podle použité technologie dělíme dataprojektory na:

- LCD projektory
- DLP projektory
- CRT projektory
- ILA projektory
- D-ILA projektory
- LV projektory

Technologie používané v projekčních systémech:

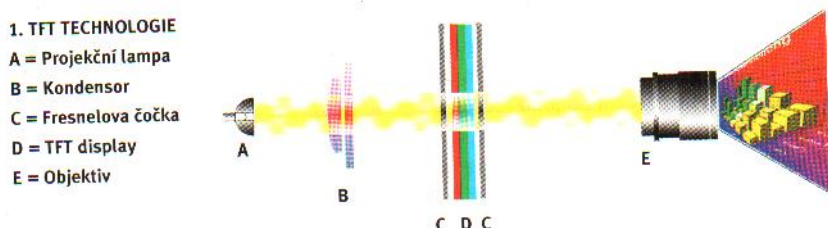
9.2.1. LCD projektory

Tvoří stále jednoznačně největší díl z uvedených kategorií. Nejdříve se na trhu vyskytly přístroje s **jedním LCD panelem (TFT technologie)** obr 9.8. Ty jsou

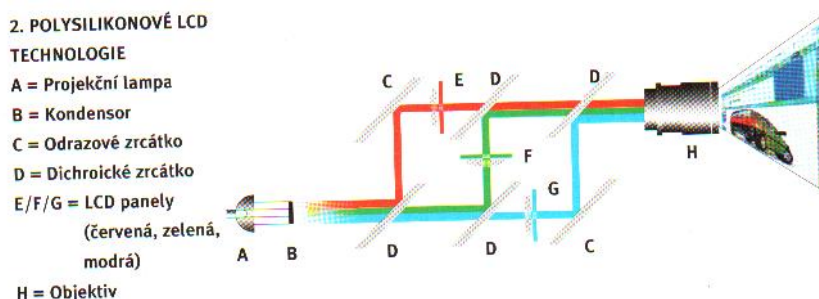
pouze zdokonalenou verzí prezentace pomocí **zpětného projektoru a LCD rámečku**. Jelikož je veškeré světlo směřováno pouze na LCD panel, dosahují přístroje daleko lepšího (5-10x) světelného toku.

V současné době se téměř výhradně používají systémy s **třemi polysilikonovými LCD panely**, obr.9.9.

Tyto přístroje využívají optické soustavy pracující odděleně s jednotlivými částmi spektra (červená, zelená, modrá). Výhodou je zejména kvalitní barevné podání, vysoký světelný tok, léty prověřená spolehlivost a poměrně malé rozměry přístrojů.



Obr. 9.8. TFT technologie LCD projektoru

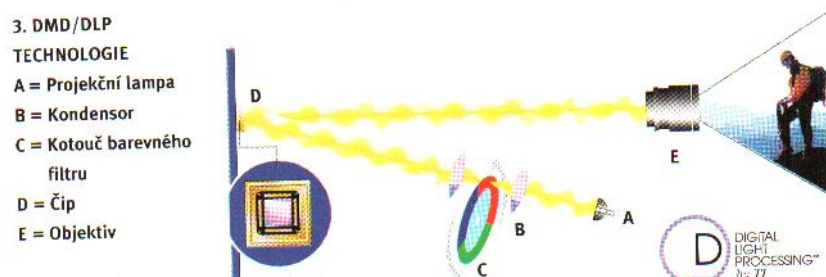


Obr.9.9. Polysilikonová LCD technologie

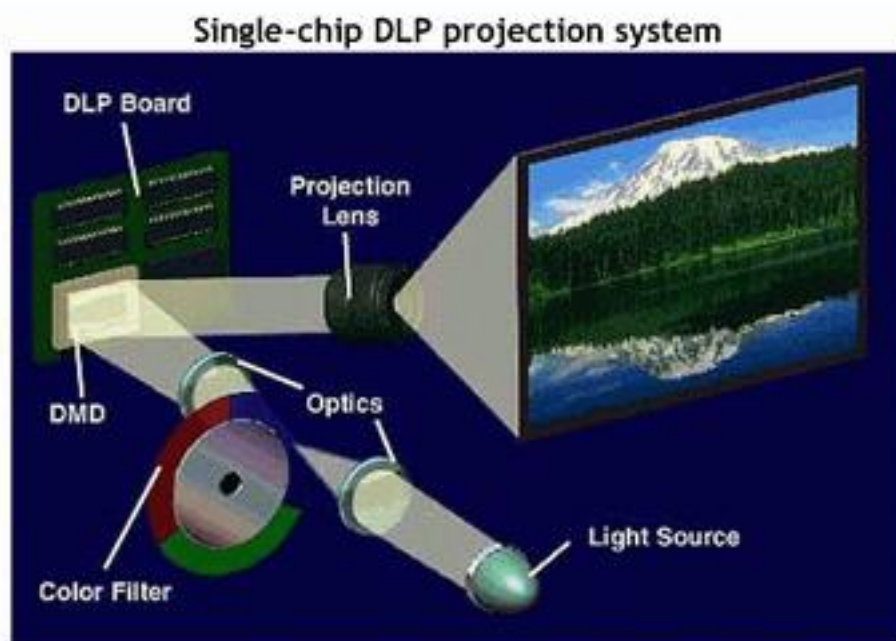
9.2.2. DLP projektor

Také DMD čipy DLP projektorů používají na rozdíl od LCD projektorů **odrazného principu** (tzv. reflexní technologie). Jako zobrazovací element zde slouží **DMD čip s velkým množstvím elektrostatických zrcátek**. Oproti LCD principu poskytuje DLP daleko méně viditelnou bodovou strukturu obrazu. Barevná informace je získávána pomocí **rotujícího barevného filtru**. Postupně vytvořený

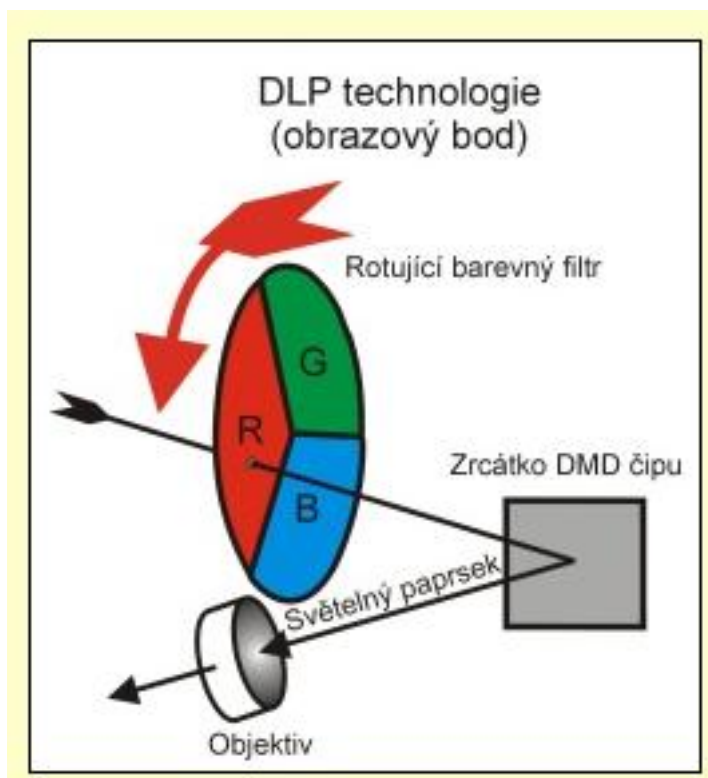
červený, zelený a modrý obraz si lidské oko díky své setrvačnosti složí a vnímá jako barevný. DLP technologie v poslední době využívá **tříčipové technologie**, ve které se již nepoužívá rotující zrcátko s filtry, ale stejně jako u 3xLCD jsou použity **3 DMD čipy**.



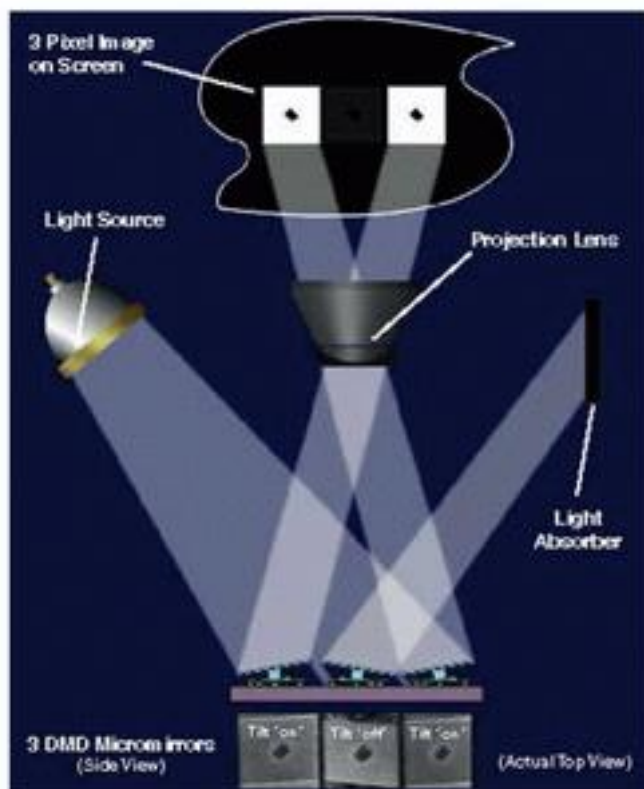
Obr. 9.10. Schema DLP projekce



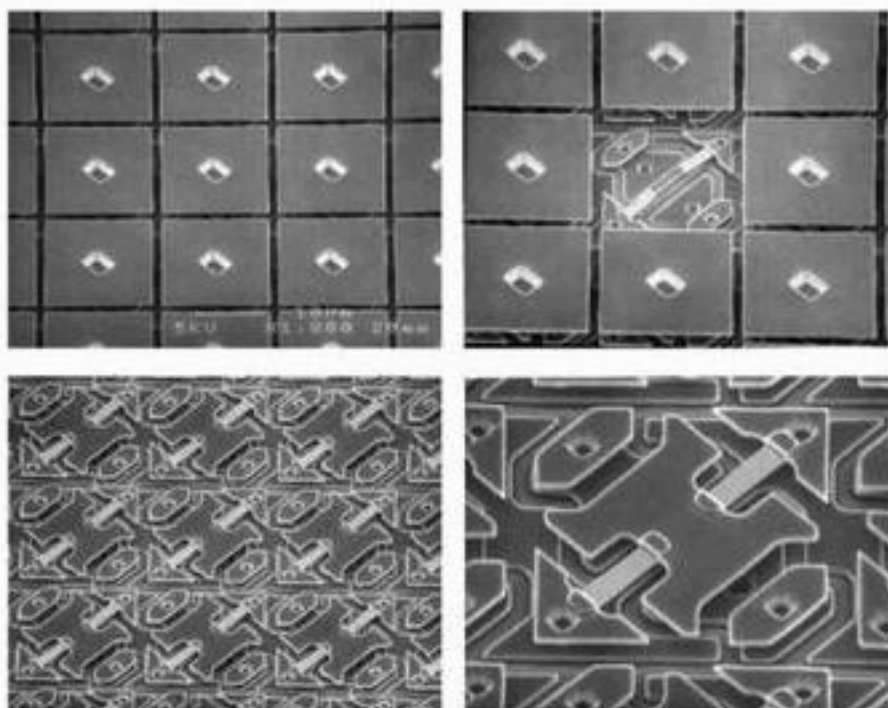
Obr. 9.11. Jednočipový DLP projektor



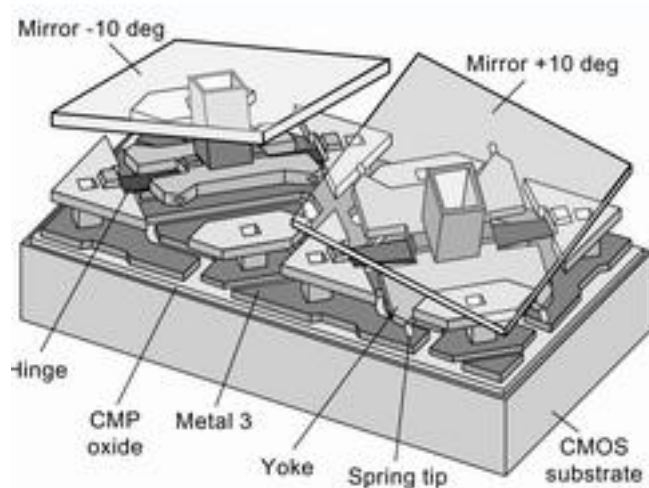
Obr.9.12. Schema DLP projekce



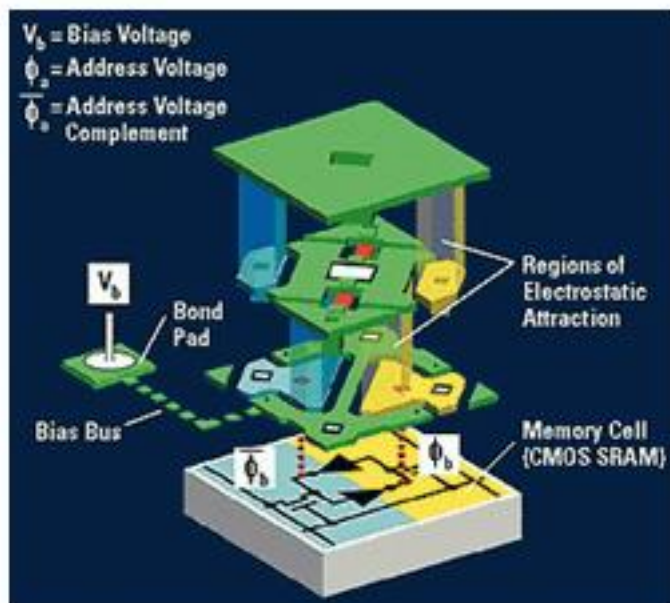
Obr.9.13. Tříčipová DLP technologie



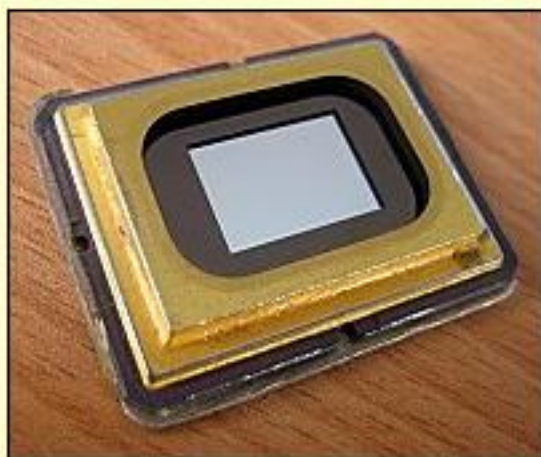
Obr.9.14. Snímek z elektronového mikroskopu DMD čipu



Obr.9.15. Složitost DMD čipu, ovládání zrcátek



Obr.9.16. Ještě jednou jeden pixel DMD čipu

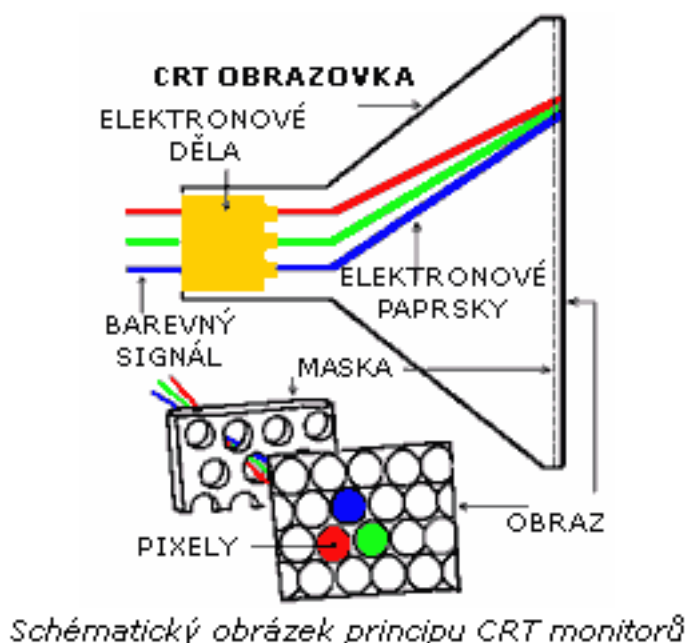


DLP čip druhé generace (první generace měla místo černého rámečku lesklé okolí čipu, což způsobovalo nežádoucí odrazy světla) s fyzickým rozlišením 800 x 600 bodů (alias mikrozrcátek) na "zrcadlové ploše" o rozměru 16 x 12 mm

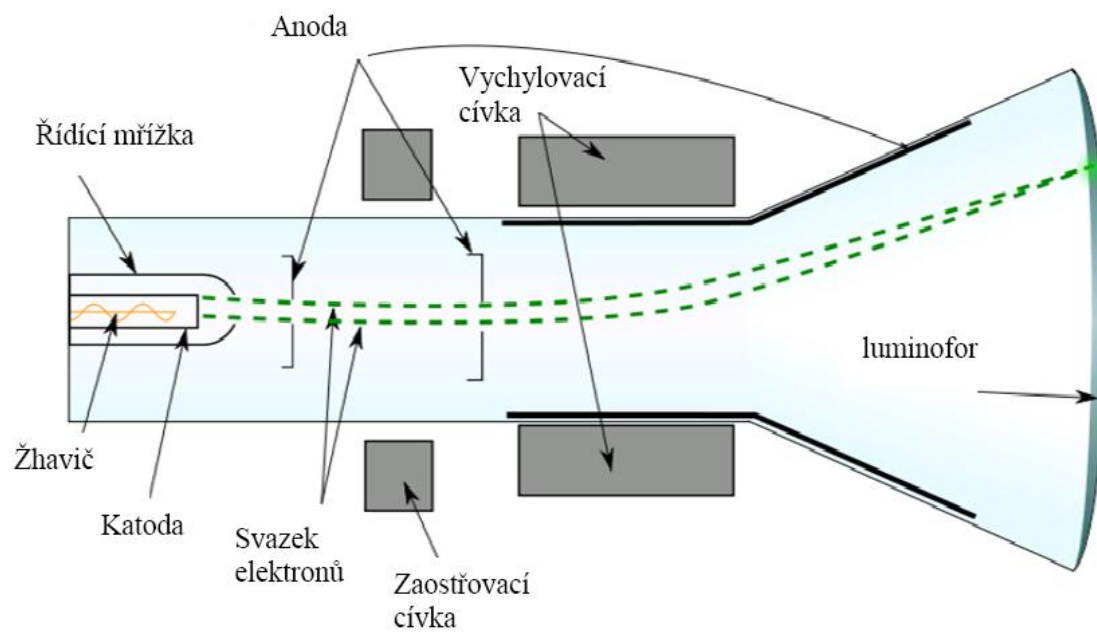
Obr.9.17. Kompletní DMD čip

9.2.3. CRT projekторы

Jsou vývojově nejstarším typem projektorů. Jako zdroje světla je použito **tří katodových trubic** (obrazovek), každá s barevným filtrem - R, G, B a vlastní optikou. Výsledný obraz se promítá na projekční plochu, kde také dochází k výslednému skládání barev. Tyto projektory jsou tedy **tříobjektivové** a je zde nutno pro konkrétní velikost obrazu a vzdálenost od plátna vždy nastavit konvergenci obrazu, což není jednoduchá operace. Proto se používají výhradně pro trvalé instalace. Díky nestrukturovanému obrazu umožňují zobrazit "libovolné" rozlišení bez jakékoli degradace (podobnost s monitorem). Omezené možnosti žhavení obrazovek však vytvářejí světelný tok pouze kolem 300 ANSI lumen.



Obr.9.18.



Obr.9.19. Schema CRT monitoru

Ukázka CRT projektoru:



9.2.4. ILA projektory

Kombinují CRT princip s LCD zrcadlem a silným světelným zdrojem. Tekutý LCD krystal zde funguje jako "řízené zrcadlo". V klidovém stavu je výbojkou vyzařené světlo odraženo. Jestliže přivedeme na projekční obrazovku signál, elektronový paprsek změní optické poměry v tekutém krystalu, což má za následek změnu polarizace v tomto místě odraženého světla. Tato část světla se již na výstupu optické soustavy neobjeví. Pro vznik barevného obrazu je pak samozřejmě

zapotřebí třech soustav, z nichž každá zpracovává jednu ze základních barev (červená, zelená, modrá). ILA projektory si zachovávají všechny výhody CRT, navíc však nabízejí světelný tok až 12 000 ANSI lumen. Jsou tedy variantou pro velká auditoria, velmi osvětlené sály a venkovní aplikace.

9.2.4.1. D-ILA projektory

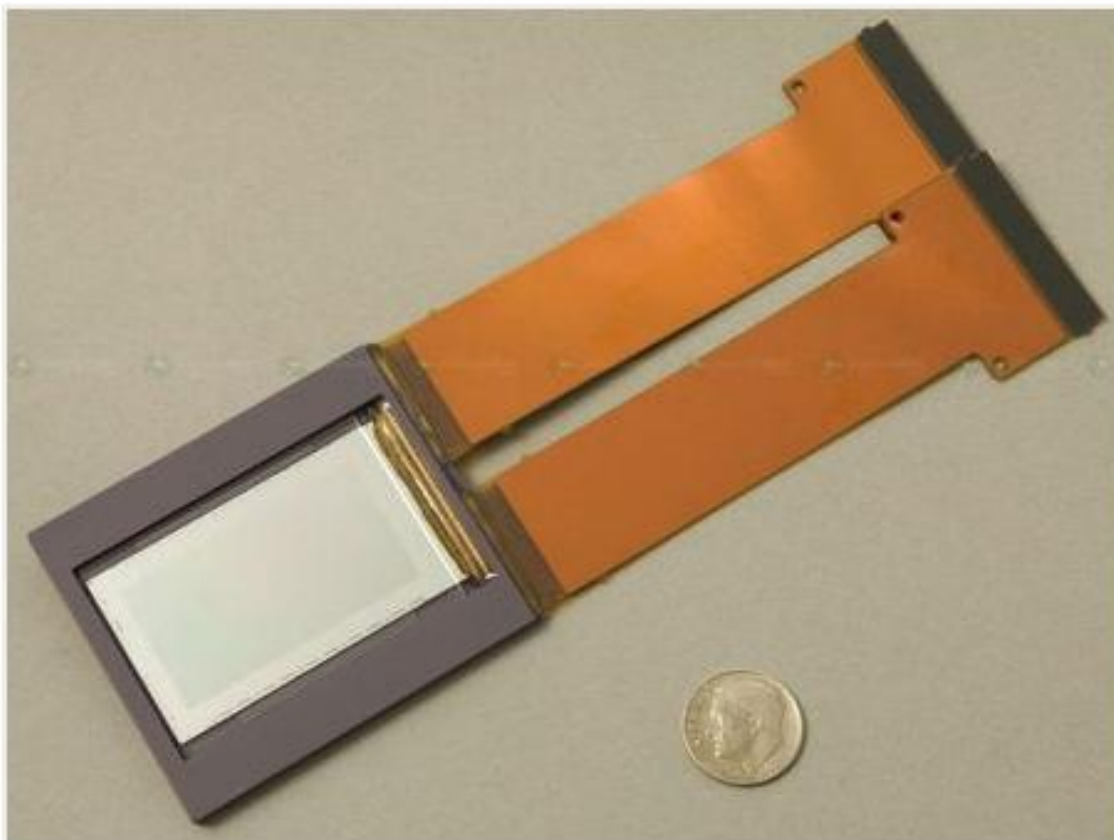
Nová reflexní technologie (Direct Image Light Amplifier), přináší dohromady výhody LCD a ILA techniky v jednom čipu. Místo katodového paprsku je zde použita zadní strana čipu. Optické vlastnosti jednotlivých pixelů, jedná se tedy o diskrétní (pixelovou) technologii, jsou ovlivňovány pomocí CMOS tranzistorů. Od čipu je odraženo cca 93% světla. V teplo se tedy mění pouze 7% dopadající energie, což je v porovnání s 50% u LCD technologie téměř zanedbatelná hodnota. V porovnání s LCD nabízí také mnohem kvalitnější barevné podání. Princip využití polarizovaného světla je podobný jako u ILA technologie. V současné době jsou k dispozici přístroje s rozlišením 1365x1024 a svítivostí 1500 ANSI lumen.

Tato technologie je postavená na aplikaci LCOS čipu.

LCOS čip - Liquid Crystal on Silicon - (kapalné krystaly na křemíkovém čipu).

Aktuálně vyráběné LCOS displeje dokáží úplné rozlišení HDTV (1920x1080 obrazových bodů). Tato technologie kombinuje zrcadlový efekt techniky DLP s elektrickým řízením projektorů LCD. Hlavní výhodou technologie LCOS tedy právě spočívá v oddělení optické části displeje a elektroniky. U dnes již běžných LCD displejů tvoří elektronika a optická část jednu vrstvu a elektronika tedy

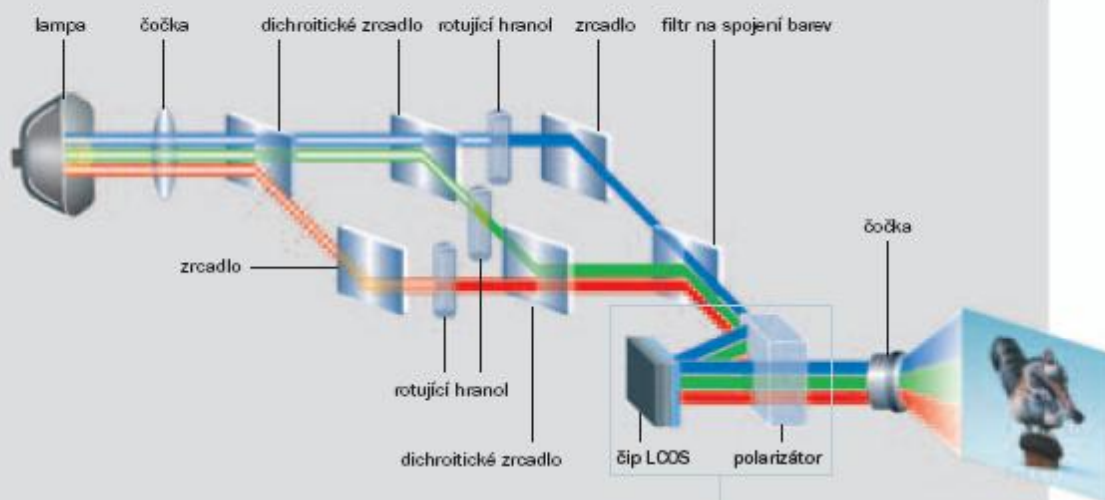
logicky omezuje optickou část, což má za následek k nízký poměr svítivé části povrchu displeje (u LCD displejů asi 40-60 procent). Technologie LCOS, kde jsou optické prvky umístěny na zrcadlícím povrchu elektronické křemíkové desky, vylepšuje poměr plochy osazené aktivními body k mřížce na 92 procent.



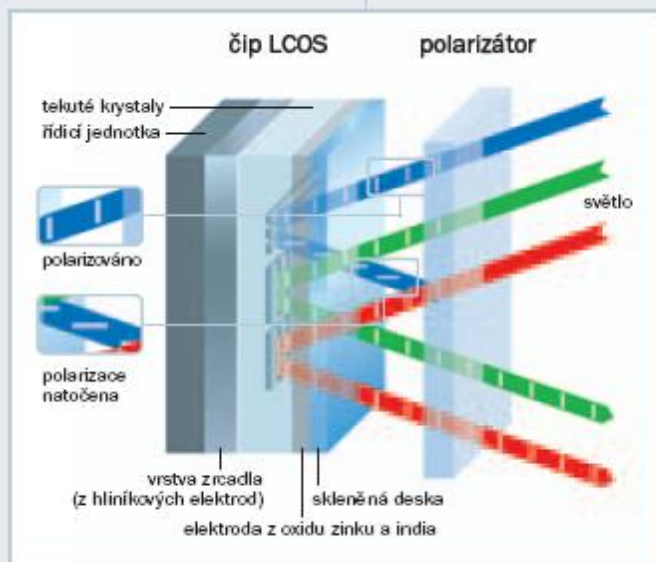
Obr.9.21. Lcos čip

KAPALNÉ KRISTALY NA KŘEMÍKOVÉM ČIPU

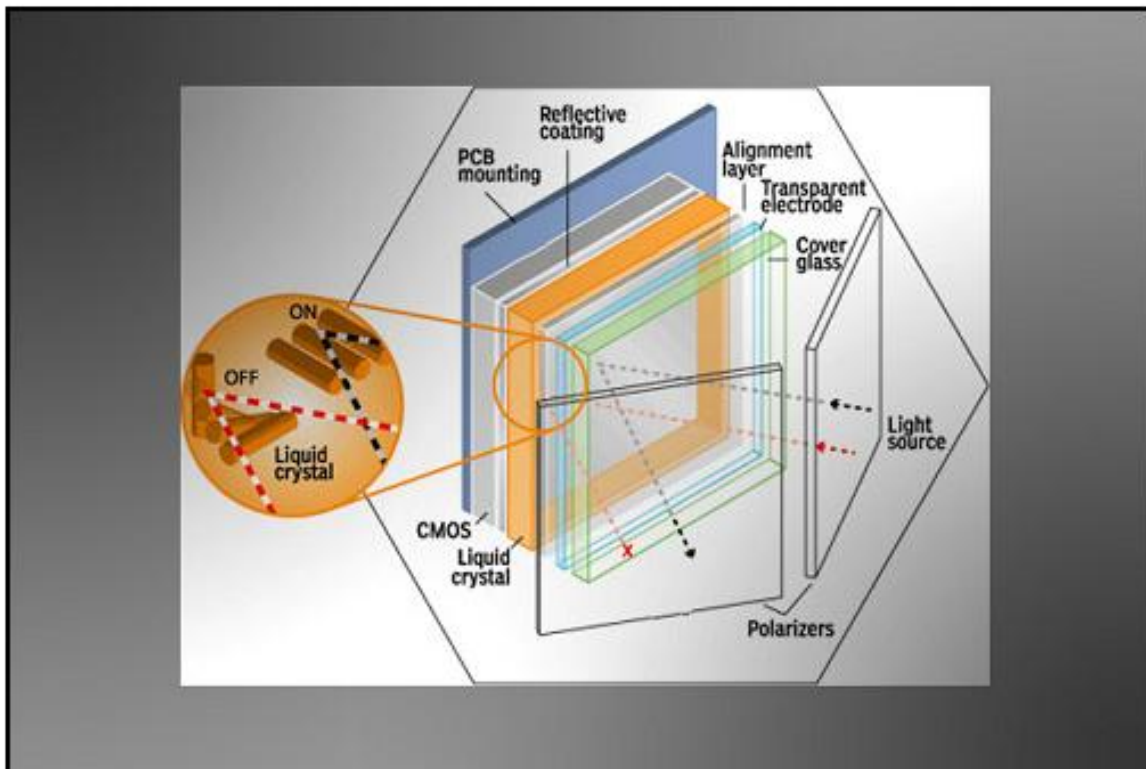
DETAIL PROJEKTORU A ČIPU



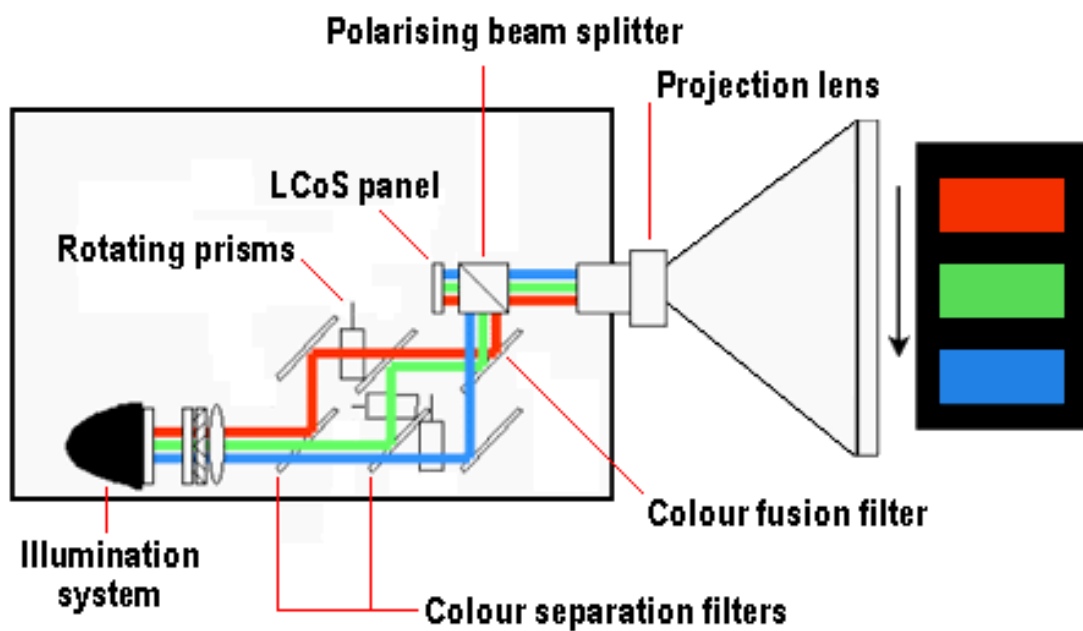
Zrcadlo selektující barvy a rotující hranoly rozkládají světelný paprsek projekční lampy do tří barevných proužků (červeného, zeleného, modrého), které procházejí přes promítací plátno odshora dolů. Obrazové informace jsou přenášeny čipem LCOS: podle stávajícího napětí otáčí tekuté krystaly polarizované světlo, které se odráží od zrcadlové vrstvy. Čím silněji je vytočena polarizace, tím tmavší je obrazový pixel – v extrémním případě je černý.



Obr.9.22. D-ILA projektor - schema



Obr.9.23. LCOS čip



Obr.9.24. D-ILA projekce - schema

9.2.5 LV (Light Valve) projektory.

Špičková technologie využívající světelných zesilovačů. Obraz generovaný televizní obrazovkou je po průchodu světelným zesilovačem promítán jedním, event. třemi objektivy na projekční plochu.

Výhody - velmi vysoký jas a rozlišení, nevýhody - vysoká cena, složitější nastavení.



Datové projektory lze rozdělit na:

přenosné (osobní, mobilní)

konferenční (určené pro stálou instalaci)

Přenosné přístroje vynikají zejména malými rozměry a nízkou hmotností (do 4kg).

Měly by být nejen velmi spolehlivé, ale i tiché.

Konferenční modely bývají robustnější konstrukce, vynikají větším množstvím vstupů, vyměnitelnou, často motoricky ovládanou optikou, s možností tele i širokoúhlých objektivů a vysokým světelným výkonem. Bývají umístěny pod stropem, nebo jako součást zadních projekcí.

Nejdůležitější parametry:

Světelný tok

- vyjadřuje množství světelného záření vysílaného projektorem. Měřen je podle mezinárodní normy ANSI (odtud jednotka ANSI lumen). Standardní hodnoty se pohybují v rozmezí od 1200 (přenosný projektor pro malé místnosti) přes cca 3000 (kde začínají konferenční) až do 12000 ANSI lumen (speciální grafické projektory ILA). Pro porovnání, světelný tok dosahovaný při použití kvalitního zpětného projektoru a LCD rámečku byl pouhých 100-150 ANSI lumen.

I když je světelný tok uváděn jako nejdůležitější parametr, bývá mnohdy zbytečně přeceňován.

Pomineme-li ne vždy zcela korektně udávané hodnoty, dostaneme se k vlastnostem vnímání lidského oka. Lidské oko je poměrně oklamatelný orgán a změny ve svítivosti v rozsahu 10 - 30 % laik vůbec nepozná, pokud není k dispozici přímé porovnání. Jedná se o důsledek pružnosti lidského vnímání obrazu a jeho přizpůsobování

různým světelným podmínkám. A to vše jsou důvody pro to, aby závěrečné rozhodnutí bylo uskutečněno vždy až po předvedení projektorů za podmínek blížících se reálnému stavu při provozu. Může se přitom ukázat, že rozložení jasu po celé ploše u některých modelů s vysokou svítivostí zdaleka není rovnoměrné, obraz je třeba "flekatý", a tak může někdy méně znamenat více.

Rozlišení

- u počítačového obrazu udáváno jako počet sloupců x počet řádků. Rozlišujeme tzv. **fyzické** -skutečný počet bodů na LCD čipu a **maximální** - největší rozlišení,

které je projektor za použití přepočítávacího algoritmu tzv. inteligentní komprese schopen zpracovat. Běžně umí projektory zpracovat signály o rozlišení nižším a o jeden až dva řády vyšším než je fyzické. Základní bylo dříve VGA (640x480), nyní SVGA (800x600), ale již daleko více se využívá XGA (1024x768). Pro složitější grafické aplikace následuje SXGA (1280x1024), či UXGA (1600x1200).

Pro běžnou prezentaci obsahující texty, grafy, případně obrázky není rozhodující extrémní rozlišení projektoru, jak někteří uživatelé prvotně požadují. Člověk je schopen vnímat jedním pohledem omezený rozsah informací, pokud je projekční plocha přeplněna drobným textem, celková informace se ztratí a pozorovatel není schopen vnímat informace společně s výkladem. Při používání větších rozlišení je navíc podobně jako u monitoru nutné zvolit také větší úhlopříčku promítaného obrazu, což má za následek snížení jasu (při dvojnásobném zvětšení obrazu klesne jas čtyřikrát). Z toho vyplývá, že pro zcela standardní prezentaci naprosto vyhovují nejrozšířenější rozlišení SVGA a XGA.

Existuje však oblast, kde se 800 x 600 bodů snad ani nevyskytuje, začíná se na 1024 x 768 bodech a to je jen základ. Jedná se o zpracování grafických informací, ať už jde o kreslicí a vývojové systémy CAD, informační systémy GIS, oblast přípravy tisku DTP, průmyslové řídicí systémy atd.

Kontrast

- je to poměr mezi osvětleností nejjasnějšího a nejtmavšího bodu na dané ploše.

Bílá by měla být bílá a černá černá, jenže tomu tak ve skutečnosti není. Opravdu nelze na projekční ploše získat absolutně černou barvu, neboť zamezení průchodu světla jednotlivým bodem LCD prvku nikdy nebude přesně 100%. Další nepatrné zhoršení přinese optika projektoru. Výrazně snížit ho ještě může vnější parazitní světlo nevyzařované projektorem, slunce, světla a stíny v místnosti. Ve výsledku tedy platí: čím je černá černější a bílá bělejší, tím je obraz kontrastnější. Udávané hodnoty se pohybují od 100:1 do nynějších 5500:1.

Bohužel není zatím zcela normalizován způsob měření, a tak pouhé porovnání hodnot nemusí svědčit o lepší či horší kvalitě jednoho z přístrojů.

Velikost obrazu

- většinou udávaná jako jeho úhlopříčka.

U projektorů s objektivem s pevnou ohniskovou vzdáleností je závislá pouze na projekční vzdálenosti. U většiny současných modelů je k dispozici objektiv s transfokátorem (funkce ZOOM). Ten umožňuje měnit velikost obrazu.

Světelný zdroj

- v podstatě jediná součást projektoru přinášející další nutné finanční výdaje.

V současné době je téměř výhradně používáno výbojek. Standardní životnost je 2000- 4500 hodin a udává dobu, za kterou klesne při "standardním provozu" světelný výkon na polovinu. Spolu s poklesem svítivosti vzrůstá křehkost výbojky a doporučuje se ji po dosažení tohoto času vyměnit.

Snad již všechny projektory mají v menu položku příslušející k výbojce, zobrazující počet provozních hodin, nebo % zbývajících do konce jejího života, dokonalejší typy upozorní i na jejich překročení. Po výměně za novou je pak hodnota nulována a přístroj by měl být odborně vyresetován.

Nadstandardní funkce:

Digitální zoom

- také lupa, umožňuje elektronické zvětšení části promítaného obrazu. Tímto výřezem je pak možno pohybovat. Některé přístroje podporují režim PiP (obraz v obraze).

Zmrazení obrazu

- neboli funkce "freeze" (still). Ideální pro zastavení libovolného děje ve videu nebo při přechodech mezi jednotlivými prezentacemi. Posluchač není obtěžován a rozptylován otvíráním a mnohdy také hledáním následující prezentace.

Korekce trapézového zkreslení

- keystone correction. Většina projektorů má jistou korekci již předdefinovanou.

To se projevuje zejména projekcí "z osy". Spodní hrana obrazu je přibližně ve stejné výšce jako objektiv. V tomto stavu je obraz obdélníkový. Co ale v případě, kdy potřebuji promítat výše, či níže? U standardních projektorů se buď smíříte s kosým obrazem,

nebo použijete speciální plátno s naklápěním. U kvalitních mobilních zařízení naleznete funkci **elektronické korekce**. Jde o jistý druh přepočtu, který zajistí obdélníkový obraz při "libovolném" naklopení přístroje. Moderní přístroje umožňují korekci i v horizontální rovině, tedy při projekci z úhlu. U profesionálních konferenčních projektorů je pak zmíněná situace řešena pomocí **funkce "shift"** (optická korekce) zajišťující pohyb objektivu a tím i celého

obrazu nahoru a dolů.

Řízení kurzoru myši

- používá IrDA (infra) propojení mezi dálkovým ovládáním a projektorem nebo lépe přímo počítačem. Pomocí šipek, či tlakově citlivé plošky, je kurzor myši a tím také celou prezentaci možno ovládat z kteréhokoli místa v místnosti. Přednášející není vázán na počítač a může se volně pohybovat. U mnoha přístrojů najdete také zabudované laserové ukazovátko v dálkovém ovladači. Ale z častých připomínek uživatelů je zřejmé, že ti raději využívají samostatné ukazovátko v malinké a lehčí, tužkové podobě.

Prezentační funkce

- pomáhají oživit prezentaci a činí výklad srozumitelnější. K dispozici bývají ukazovátko různých tvarů (podtržítko, šipka, kolečko), možnost postupného odkrývání obrazu. Funkce přestávky a časování minut pak zajistí, aby byli všichni posluchači včas zpět na svém místě a nedocházelo ke zbytečným prodlevám.

Instalace projektoru:

Umístění projektoru

- můžeme se setkat se dvěma způsoby umístění projektoru ve vztahu k projekční ploše a dvěma variantami umístění projektoru v místnosti. Při prezentacích ve standardních místnostech je projektor umístěn zpravidla na pojízdném či pevném stolku. Naopak v trvale používaných místnostech je vhodnější umístění projektoru na pevné stropní montáži či stále častěji v zadní projekci. Výhodou je nejen to, že nepřekáží a u instalace mimo dosah člověka tak nehrozí žádné, ať úmyslné či neúmyslné poškození. Většina projektorů tento způsob montáže podporuje, zpravidla se umísťují "vzhůru nohama" a elektronika pak zajistí odpovídající převrácení obrazu.

Ve vztahu k projekční ploše mohou být použity

dvě varianty - nejznámější je **projekce zpředu**, méně známá projekce na **matnici zezadu** s podstatnými výhodami, jak bude ještě uvedeno dále.

Připojení signálu

- je taková příjemná maličkost. V každém případě je šikovné mít k dispozici **dva vstupy pro počítač** (u mobilních zařízení postačí jeden) a jeden pro video, a to v provedení S-VHS. A zdůvodnění? Jeden prezentační počítač je vždy k dispozici, a když pak přijde někdo s notebookem, stačí mu poskytnout kabel z druhého vstupu

projektoru, odpadá "kabelový valčík" spojený s rizikem poškození zařízení, pokud se vše přepojuje za provozu. **Video vstup** je využíván pro připojení videa, kamery

nebo vizualizéru. Na trhu se již objevily první vlaštoky s možností bezdrátového (IrDA) připojení zdroje signálu. Zatím ale stále nedosáhly stejné kvality jako s použitím klasického kabelu.

Nastavení obrazu

- celý tento postup není nutný a vše je nastaveno během několika sekund u projektorů, které disponují **automatickým nastavením obrazu**.

Jinak u starších strojů je možné tuto operaci rozdělit do dvou částí.

Funkce jako **nastavení jasu a kontrastu**, případně **horizontální a vertikální polohy obrazu**, patří mezi zcela standardní a jsou známé z nastavování monitorů.

Méně obvyklé je **detailní vyladění obrazu**, které nastavuje přesnou synchronizaci se vstupním signálem. Může pomoci při problémech s "chvěním" okrajů znaků nebo obecně všech ostrých svislých hran, lze tak doladit i zrnění v jasných barevných plochách. Vše spočívá v nastavení správné frekvence a fáze vstupního signálu.

Prodlužování kabelů

- je dosti opomíjenou maličkostí, jež však může zcela zásadně ovlivnit výslednou kvalitu obrazu. Pokud kabel prodloužíte nad cca 5 metrů délky, dochází již k odrazům signálu a přeslechům mezi jeho jednotlivými složkami a výsledkem je více či méně "duchovatý" obraz. V zobrazení obrázků se výrazně neprojeví, velice nepříjemné je ale zhoršení čitelnosti textu, kdy jednotlivá písmena plápolají, případně mají několik "stínů" vedle sebe. Zkreslení je výraznější při používání vysokých obnovovacích frekvencí a rozlišení obrazu.

Řešení tohoto problému je lehké, použitím aktivního rozbočovače signálu, který současně signál zesílí.

Rušení v obrazu může způsobit připojení počítače a projektoru do různých zásuvek!! v rámci jedné místnosti, máte-li tento problém, použijte jedinou zásuvku nebo např. prodlužovací síťový kabel.

Používané příslušenství:

Projekční plochy - běžně používané jsou asi známy všem. S ručním stahováním, na trojnožce, s elektrickým stahováním, s infračerveným ovládáním a další jako jsou např. kinoplátna s atypickými rozměry. Přitom existující řada povrchů umožňuje volbu vhodného typu do rozličných světelných podmínek, včetně různého pohledového úhlu.

Méně známé, avšak s mnohem lepším podáním obrazu, jsou tzv. **matnice**. Jedná se o projekční plochy, na které je obraz promítán zezadu a pozorovatel se tedy dívá přes plochu "přímo na zdroj světla". Navíc si přednášející nemůže zastínit obraz přerušením světelného paprsku, celé zařízení je umístěno za projekční plochou, kde samozřejmě zabírá (a potřebuje) určitý prostor. Ten se dá zmenšit použitím jednoho či dvou speciálních zrcadel. To přináší mimo výraznější obraz naprosto dokonalé odrušení případného dopadajícího světla, projde totiž matnicovou plochou ve směru od pozorovatele a nijak se na zhoršení obrazu neuplatní. Matnicové plochy kvalitnějších provedení mají sendvičovou nebo plástovou strukturu s definovatelným širokým úhlem pohledu. Do plochy o tloušťce desítek milimetrů je často integrována **fresnelova čočka** a další optické systémy zajišťující co nejrovnoměrnější prosvětlení obrazu. Používají se jako "jednoduché" nebo tvoří celé projekční stěny (kostky).

Řídící systém - je velmi důležitý prvek. Maximálně usnadňuje ovládat všechny komponenty prezentační místnosti z jednoho či více míst. K tomuto účelu je použit dotykový LCD panel. Ovládání AV techniky, LCD projektoru, plátna, žaluzií a osvětlovací soustavy je uspořádáno do menu se souborem obrazovkových stránek (možno i ve více jazycích), jejichž konfigurace odpovídá aktuálnímu stavu nainstalované techniky.

9.3. Ostatní prezentační technika

9.3.1. Interaktivní tabule

je speciální projekční plocha obsahující kapacitní senzory. Propojená na sériový port počítače (myš) a nasvětlená data projektořem funguje jako velký interaktivní monitor. Ovládá se pomocí elektronického pera.

Samozřejmostí je funkce **elektronického flipchartu**.



Obr.9.26. Interaktivní tabule

9.3.2. Vizuální prezentéry

jsou univerzální kamery určené pro snímání 3D předmětů, tištěných dokumentů na papíře i fóliích, někdy diapozitivů, apod.. Díky mnoha funkcím (elektronický zoom, automatické ostření, přepínání pozitiv/negativ či někdy i scan předlohy) má uživatel možnost zobrazit graf či obrázek z knihy, detail malého předmětu, mapu ba dokonce i malý, negativní film. Vyrábějí se v několika verzích od malých, přenosných bez možnosti osvětlení až po profesionální modely s mnoha možnostmi nastavení. **Vizualizér** je do projektoru zapojen pomocí VGA či video vstupu.



Obr.9.27. Prezentační kamera

9.3.3. Videokonferenční systémy

jsou určeny pro videokonference od dvou do desítek aktivních účastníků v místnostech vzdálených i tisíce kilometrů.

Zařízení bývá koncipováno jako modulární sestava podle přání na využití jednotlivých přenosových prostředí, možností nabídky služeb a řešení jednotlivých aplikací.

Základní verze většinou obsahuje videokonferenční jednotku s integrovanou kamerou, prostorový mikrofón a dálkové ovládání. Jako primární zobrazovací prostředek audio a video signálů lze využít standardní TV, plazmový display či velkoplošná projekce.

9.3.4. Digitální fotoaparáty

jsou nedílnou součástí zejména při přípravě prezentace samé. Jednoduchým způsobem umožňují získat všechny potřebné obrazové materiály. Jako klasické fotoaparáty existují v provedení zrcadlovky nebo kompaktu. Rozlišení se pohybuje od SVGA výše, což je zcela dostačující. Množství uchovaných snímků záleží na velikosti paměťové karty a zvolené kvalitě snímků. Jednotlivé karty

jsou výměnné a je tak možno pořídit i bez stažení do počítače dostatečné množství fotografií.

Problematicke digitálních fotoaparátů je věnována část kapitoly 11.

10. Snímací objektivy

Snímací objektivy tvoří velkou skupinu objektivů, použitých v různých objektivních přístrojích. Můžeme je rozdělit do různých skupin dle měřítka zobrazení, nebo dle polohy předmětu. Tyto skupiny by v nejhrubším rozdělení zahrnovaly objektivы fotoaparátů a kamer, ta jsou nejobecnější, protože předmětová vzdálenost, pro kterou jsou určeny sahá od ∞ do velice krátkých (několik mm) vzdáleností u makroobjektivů. Dále je to skupina projekčních objektivů u které je pracovní obrazová vzdálenost známa a je konstantní, objektivы zvětšovací, u těchto je předem definován rozsah měřítek zobrazení, objektivы reprodukční, ty mají obvykle pevně dané měřítko zobrazení a tím i definovanou předmětovou a obrazovou vzdálenost a v neposledním případě skupina speciálních objektivů různých přístrojů, ve kterých je zpracováván optický obraz.

V naší lekci se budeme věnovat skupině snímacích objektivů určených pro fotoaparáty a kamery.

10.1. Charakteristiky snímacích objektivů

Tato skupina snímacích objektivů je definována po optické stránce několika hlavními parametry a obvykle bývá charakteristika doplněna dalšími význačnými údaji.

10.1.1. Ohnisková vzdálenost

Označujeme ji písmenem f a udává se v mm. Pokud je objektiv s proměnnou ohniskovou vzdáleností (zoom), udává se rozsah ohniskových vzdáleností od nejkratší po nejdelší, při obecném popisu též jako podíl $1 : x$, nebo pouze x , kde číslo x udává kolikrát je nejdelší ohnisková delší, než nejkratší, která je udána jako 1.

Ohnisková vzdálenost byla definována v kapitole 2. Praktickou definici udává vztah:

$$f' = \lim_{\omega \rightarrow 0} y' / \operatorname{tg} \omega \quad ,$$

kde ω je zorný úhel předmětové úsečky y ležící v nekonečnu a y' velikost této úsečky v obrazové ohniskové rovině objektivu při ostrém zobrazení a plném otvoru objektivu, zpravidla při osvětlení světlem o vlnové délce 546 nm. Takto definované ohniskové vzdálenosti říkáme efektivní ohnisková vzdálenost.

10.1.2. Světelnost (minimální clonové číslo)

Pojem *světelnost* je obecně definován jinak, ale ve fotografické praxi se pojem světelnost vžil pro nejmenší clonové číslo. Clonové číslo značíme písmenem c .

Relativní apertura $A_r = D / f' = 1 / c$ je definována jako poměr průměru svazku paprsků, rovnoběžných s optickou osou vstupujících do objektivu a ještě jím procházejících (průměr vstupní pupily objektivu) k jeho ohniskové vzdálenosti. *Definice clonového čísla* je potom :

$$c = 1 / A_r = f' / D ,$$

kde D je průměr vstupní pupily.

Řada clonových čísel tvoří geometrickou posloupnost s kvocientem $\sqrt{2}$ (zaokrouhleně), tj. řadu : 1 – 1,4 – 2 – 2,8 – 4 – 5,6 – 8 – 11 – 16 V praxi, hlavně při automatickém nastavení clony se setkáme i s mezistupni, např F 3,5.

Takto definovaná světelnost se na objektivěch uvádí jako tzv. **F číslo**. Pokud je objektiv s proměnnou ohniskovou vzdáleností, uvádí se rozsah F čísel pro nejkratší a nejdelší ohniskovou vzdálenost.

Světelnost F 2,8 je pokládána za velmi dobrou. Nižší hodnoty označují vysoce světelné objektivy, které se používají ve špatných světelných podmínkách.

Na opačném konci stupnice jsou světelnosti F 22, resp. F 32 . Vyšších hodnot se nepoužívá, protože tak malé otvory vedou k značnému ohybu světla na těchto clonách, což vede ke zhoršení kvality zobrazení.

10.1.3. Zorné pole

Důležitou charakteristikou snímacích objektivů je *úhel zorného pole* $2\omega = 2\omega'$, jenž je s dostatečně nízkými vadami a vyhovující vinětací zpracován objektivem. Pro *úhlové zorné pole* při zobrazování vzdálených předmětů platí vztah:

$$\text{tg } 2\omega = \frac{u}{f'} , \quad \text{kde } u \text{ je úhlopříčka obrazového}$$

formátu pro kterou je objektiv určen.

Podle úhlové velikosti zorného pole lze objektivy dělit následovně:

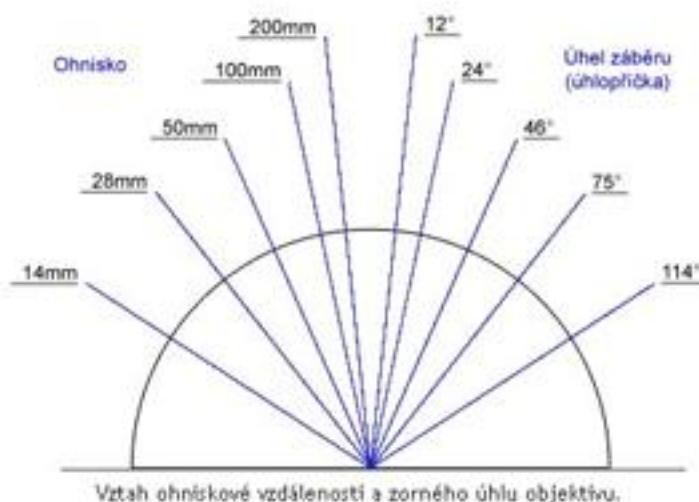
teleobjektivy	$2\omega < 40^\circ$
normální objektivy	$40^\circ < 2\omega < 55^\circ$
širokoúhlé objektivy	$55^\circ < 2\omega$.

Druhou možností rozdělení objektivů do skupin podle velikosti zorného pole je porovnání velikosti ohniskové vzdálenosti f' s úhlopříčkou obrazového formátu $ú$.

teleobjektivy	$ú < f'$
normální objektivy	$ú \approx f'$
širokoúhlé objektivy	$ú > f'$

Obě krajní skupiny objektivů lze ještě dále jemněji dělit např. na extrémně dlouhé teleobjektivy s úhlovým zorným polem několik stupňů. Rovněž krátkoohniskové objektivy lze opět rozdělit na extrémně krátkoohniskové objektivy, až po tzv. „rybí oko“ (viz kapitola 10.2.), což je extrémně krátkoohniskový objektiv pracující ovšem se značným zkreslením snímaného prostoru.

Zorné pole je u objektivů omezeno *clonou zorného pole*, kterou u klasických přístrojů tvoří rámeček negativu, u digitálních přístrojů není speciální clona zorného pole, ale tuto tvoří rozměr aktivní plochy fotosenzoru.



Obr.10.1. Zorné pole. (údaje platí pro obrazový formát 24 x 36 mm)

Ohrnisko objektivu	Zorný úhel přepočtený na 35mm
12mm	122°
24mm	84°
35mm	63°
50mm	47°
70mm	34°
105mm	23°
135mm	18°
200mm	12°
300mm	8°



Obr.10.2. Zorné pole. (údaje platí pro obrazový formát 24 x 36 mm)

10.1.4. Další charakteristiky objektivů

Mimo údaje o optických charakteristikách objektivů se při specifikaci jednotlivých konkrétních objektivů uvádí i řada dalších upřesňujících údajů, obvykle ve formě písmenné řady. Některé tyto charakteristiky konkrétních výrobců výměnných objektivů pro zrcadlovky jsou uvedeny v následujících tabulkách.

AFD	Arc Form Drive – ostření pomocí levných klasických motorů. Opak USM.
DO	Technologie DO (Diffractive Optic) je nová a zvláštní technologie Canonu, kdy se optických vlastností běžného objektivu dosahuje velmi jemnou mřížkou, která je vyškrábána do povrchu skla. Technologie DO umožňuje vyrobit objektivy menší a lehčí.
EF	Electronic Focus – elektronické zaostřování, schopnost objektivu ve spojení s fotoaparátem automaticky ostřit. Totéž co AF.
EF-S	Bajonet určen výhradně pro DSLR s menším senzorem (APS-C). Na jiné modely je mechanicky zabráněno objektivu použít.
FTM	Full-Time Manual – značí možnost ručně otáčením ostřicího kroužku ostřit současně s automatickým ostřením. Oba pohyby se sčítají. Současně to znamená, že se ostřicí kroužek při automatickém ostření neotáčí.
IS	Image Stabilizer – stabilizátor obrazu. Slouží k omezení rozřesení snímků.
L	označuje vyšší profesionální třídu objektivů obvykle i s vysokou světelností.
MM	Micro Motor – ostření pomocí levných klasických motorů.
TS-E	Tilt-Shift – označuje objektivy umožňující jednak naklápění (Tilt) optické osy objektivu a jednak posun (Shift) optické osy objektivu proti ose senzoru. Naklápěním se naklápí rovina ostrosti, posun vyrovnává sbíhání (kácení) linií.
USM	microUSM, USM Ring – UltraSonic Motor – pro ostření je použito rychlých a tichých ultrazvukových motorů. Zkratka USM na objektivu však může znamenat 2 druhy USM ostření. USM Ring – nejdokonalější a nejrychlejší ostření s možností FTM, nebo microUSM – o něco pomalejší než USM Ring a mimo objektivu 50/1.4 neumožňující FTM.

Tab.10.1. Charakteristiky objektivů firmy Canon

DX	Digital Camera – objektivy konstruovány speciálně a výhradně pro DSLR s menším senzorem (APS-C).
VR	(Vibration Reduction) Vibration Reduction – optická stabilizace obrazu pracující na základě pohyblivých (plovoucích čoček) v objektivu. Slouží k omezení rozřesení snímků.
IF	(Internal Focusing): vnitřní ostření objektivu. Přední optický člen nerotuje, veškeré zaostřování je prováděno v útrokách těla objektivu (nic se neotáčí, z venku nelze vizuálně poznat, že probíhá ostření).
RF	(Rear Focusing) – zadní ostření, to samé jako „IF“ s tím rozdílem, že se pohybuje pouze zadní člen objektivu.
SWM	(Silent Wave Motor) – systém automatického ostření. Uvnitř těla objektivu bylo použito rychlých a tichých ultrazvukových motorů (značeno též AF-S).
AF-S	Objektivy vybavené ultrazvukovým zaostřováním SWM (to samé jako SWM).
DC (SF, SOFT)	Kontrola rozostření obrazu. Objektivy navržené pro měkkou kresbu – vhodné zejména pro portréty.
AF/MF	Autofocus/Manual Focus – objektivy s automatickým ostřením/s manuálním zaostřováním. V druhém případě je nutné ostřit pouze ručně pohyby ostřicího kroužku (tyto typy objektivů se však u dnešních SLR a DSLR vyskytují spíše jen výjimečně).
CRC	(Close-Range Correction systém) – objektivy navržené tak, aby mohly zaostřovat na velmi krátké vzdálenosti – vhodné zejména pro makroobjektivy.
D	typy objektivů, které pro tělo DSLR poskytují informace o vzdálenosti zaostřeného objektu.
G	typy objektivů, které neobsahují mechanický clonový kroužek a nastavování clony se provádí elektronikou na těle DSLR.
ED	(Extra-low Dispersion) – čočky s nízkým rozptylem jsou speciálně konstruované optické členy s velmi nízkou disperzí, které mají minimalizovat barevné vady (jako je chromatická aberace). Jde o optiku vyšší kvalitativní třídy.
SIC, NIC, N	(Nikon Super Integrated Coating) – vícevrstvý potah čoček snižující reflexe v protisvětle (potlačení odlesků a tzv. „důchů“).
ASP	(Aspherical lens elements) – systémy používající asférické členy, které umožňují redukovat počet prvků optické soustavy, ale především snižují zkreslení (optické vady – soudkovitost) obrazu (zejména u širokoúhlých objektivů).
Fish-eye	Rybí oko – objektiv, který se nebrání zkreslení. Na toto označení pozor hlavně okolo ohniska 12-17mm. V tomto rozsahu lze totiž získat jak rybí oka, tak i klasické širokoúhlé objektivy.
MACRO	regulérní makroobjektivy by měly mít měřítko blízké zobrazovacímu poměru 1:1 a s možností zaostření na velmi krátké vzdálenosti. Tato zkratka je však běžně používána i v souvislosti s mnoha objektivy mívajícím měřítko okolo i 1:2 – 1:3 (zvětšení 0.5x – 0,33x).
Full-frame	digitální zrcadlovky (DSLR), disponující snímacím čipem, jehož rozměry odpovídají klasickému kinofilmovému poličku. Tyto přístroje se označují jako „plnoformátové“, „full-frame“ apod. rozměry jejich snímačů jsou cca 23x36 mm.
APS-C	digitální zrcadlovky (DSLR) disponující menším snímacím čipem, než je klasické kinofilmové poličko nebo tzv.: „plnoformátové“ (full-frame) DSLR. Rozměry APS-C snímačů jsou cca 15x24 mm.

Tab.10.2. Charakteristiky objektivů firmy Nikon

ASPH	(asférické členy) – systémy používající asférické optické členy, umožňují redukovat počet prvků optické soustavy a tím i zlepšit přesnost kontrastu a zmenšit celkové rozměry objektivu. Asférické členy snižují sférické zkreslení obrazu (soudkovitost, poduškovitost, pokles ostrosti směrem ke krajům snímků).
ED, Super ED	(nízká disperzní členy) – optické členy s vysokým indexem lomu, které potlačují převážně aberaci (odlišný lom různých vlnových délek světla – např. modrá a červená) nebo slabý přenos kontrastu vznikající u vysoce světelných objektivů nebo při focení kontrastních scén.
MEGA O.I.S	optická stabilizace obrazu, pracující na základě pohyblivých (plovoucích čoček) v objektivu. Systém MEGA O.I.S. je označení, patentováno Panasonicem.
XSM	(Extra Silent Motors): systém ostření objektivů Leica, používaných Panasonicem. Jedná se o lineární motorky umístěné uvnitř objektivu, které se vyznačují vysokou rychlostí ostření, velkým kroutícím momentem a zároveň tichým chodem.
FourThird (4/3 systém)	konstrukční řešení vyvinuté speciálně pro používání v digitálních SLR fotoaparátech a jejich specifikách. Jde převážně o sjednocenou velikost snímače, velikost obrazového kruhu, úhel dopadajících světelných paprsků na čip a používání stejného bajonetu.
IF	(Internal Focus) – vnitřní ostření objektivu. Přední optický člen nerotuje a objektiv nemění svou délku. Veškeré zaostřování je prováděno v útrokách těla objektivu (nic se neotáčí, z venku nelze vizuálně poznat, že probíhá ostření).
AF/MF	Změna pozice zaostřovacího kroužku: přepínání mezi AF (automatickým ostřením) a MF (manuálním ostřením) je jednoduše proveditelné posunutím zaostřovacího kroužku (vpřed – vzad).

Tab.10.3. Charakteristiky objektivů firmy Leica (pro Panasonic)

DC	(for Digital): označení objektivů určených primárně pro použití s digitálními zrcadlovkami s menším snímačem (formát APS-C). Nelze je používat u „full-frame“ DSLR a SLR přístrojů.
DG	(for Digital): označení objektivů pro formát „full-frame“ (SLR), konstrukčně upravených také pro použití s digitálními zrcadlovkami. Výrobce vybavuje zadní čočky objektivů antireflexními vrstvami (snímač DSLR má vyšší odlesky oproti filmu).
EX	kvalitativní označení objektivů – speciální povrchová úprava EX upozorňuje na vysokou kvalitu konstrukčního provedení i výsledného zobrazení.
IF	(Internal Focus): vnitřní ostření objektivu. Přední optický člen nerotuje, veškeré zaostřování je prováděno v útrokách těla objektivu (nic se neotáčí, z venku nelze vizuálně poznat, že probíhá ostření).
RF	(Rear Focus): zadní ostření objektivu. V konstrukci objektivu se pohybuje zadní skupina optických členů, čímž je zajištěno rychlé a tiché zaostřování.
HSM	(Hyper Sonic Motor): speciální systém ostřících servo motorů uvnitř objektivu, které jsou ovládány pomocí ultrazvukových vln. Slouží k rychlému a tichému automatickému zaostřování.
OS	(Optical Stabilisation): optická stabilizace obrazu, pracující na základě pohyblivých (plovoucích čoček) v objektivu.
ASP	(Aspherical): systémy používající asférické členy, které umožňují redukovat počet prvků optické soustavy a tím i zmenšit celkové rozměry objektivu. Asférické členy snižují dále zkreslení (optické vady – soudkovitost) obrazu u širokoúhlých objektivů.
APO	Objektiv s apochromatickou korekcí (s lépe odstraněnou barevnou vadou -chromatickou aberací). Tento typ objektivů využívá skla s nižším rozptylem, která jsou konstruována s důrazem na co nejmenší výskyt barevných vad.
CONV	(Converter): možnost použití APO telekonvertoru EX.
MFD	(Minimum Focus Distance): minimální zaostřovací vzdálenost – neboli délka od snímánoho objektu až k povrchu snímače, od které je objektiv schopen zaostřit.
Fish-eye	Rybí oko – objektiv, který se nebrání zkreslení. Na toto označení pozor hlavně okolo ohniska 12-17mm. V tomto rozsahu lze totiž získat jak rybí oka, tak i klasické širokoúhlé objektivy.
MACRO	regulérní makroobjektiv by měl mít měřítko blízké zobrazovacímu poměru 1:1 a s možností zaostření na velmi krátké vzdálenosti. Tato zkratka je však běžně používána i v souvislosti s mnoha objektivy mívající měřítko okolo i 1:2 – 1:3 (zvětšení 0,5x – 0,33x).
Full-frame	digitální zrcadlovky (DSLR) disponující snímacím čipem, jehož rozměry odpovídají klasickému kinofilmovému políčku. Tyto přístroje se označují jako „plnoformátové“, „full-frame“ apod. rozměry jejich snímačů jsou cca 23 x 36mm.
APS-C	digitální zrcadlovky (DSLR) disponující menším snímacím čipem, než je klasické kinofilmové políčko nebo tzv.: „plnoformátové“ (full-frame) DSLR. Rozměry APS-C snímačů jsou cca 15x24 mm.

Tab.10.4. Charakteristiky objektivů firmy Sigma

DT	(Digital Technology) – objektiv konstruován speciálně pro DSLR s menším snímacím čipem.
SSM	(SuperSonic-wave Motor) – vnitřní ostřící systém objektivu. Autofocus ostří pomocí rychlých a tichých ultrazvukových motorů.
D	typy objektivů, které pro tělo DSLR poskytují informace o vzdálenosti zaostřeného objektu.
G	Exklusivní „G“ řada objektivů s výjimečnými vlastnostmi (např. ultra vysoká světelnost – F1,4 nebo širokorozsahový zoom a podobně), řada určená spíše pro profesionály.
AF/MF	přepínání mezi AF (automatickým ostřením) a MF (manuálním ostřením) je jednoduše proveditelné posunutím zaostřovacího kroužku (vpřed – vzad).
STF	(Smooth Trans Focus) – Kontrola záměrného rozostření obrazu. Objektivy takto označené jsou speciálně navrženy pro měkkou kresbu a při snímání scény dochází k úmyslnému „lehkému“ rozostření popředí i pozadí (těsně před/za fotografovaným objektem). Tato skla jsou ideální zejména pro portréty, které tak vypadají přirozeně.
ED	(Extra-low Dispersion) – čočky s nízkým rozptylem, jsou speciálně konstruované optické členy s velmi nízkou disperzí, které mají minimalizovat barevné vady (jako je chromatická aberace). Jde o optiku vyšší kvalitativní třídy.
Fish-eye	Rybí oko – objektiv, který se nebrání zkreslení. Na toto označení pozor hlavně okolo ohniska 12-17mm. V tomto rozsahu lze totiž získat jak rybí oka, tak i klasické širokoúhlé objektivy.
MACRO	regulérní makroobjektiv by měl mít měřítko blízké zobrazovacímu poměru 1:1 a s možností zaostření na velmi krátké vzdálenosti. Tato zkratka je však běžně používána i v souvislosti s mnoha objektivy mívající měřítko okolo i 1:2 – 1:3 (zvětšení 0,5x – 0,33x).

Tab.10.5. Charakteristika objektivů firmy Sony

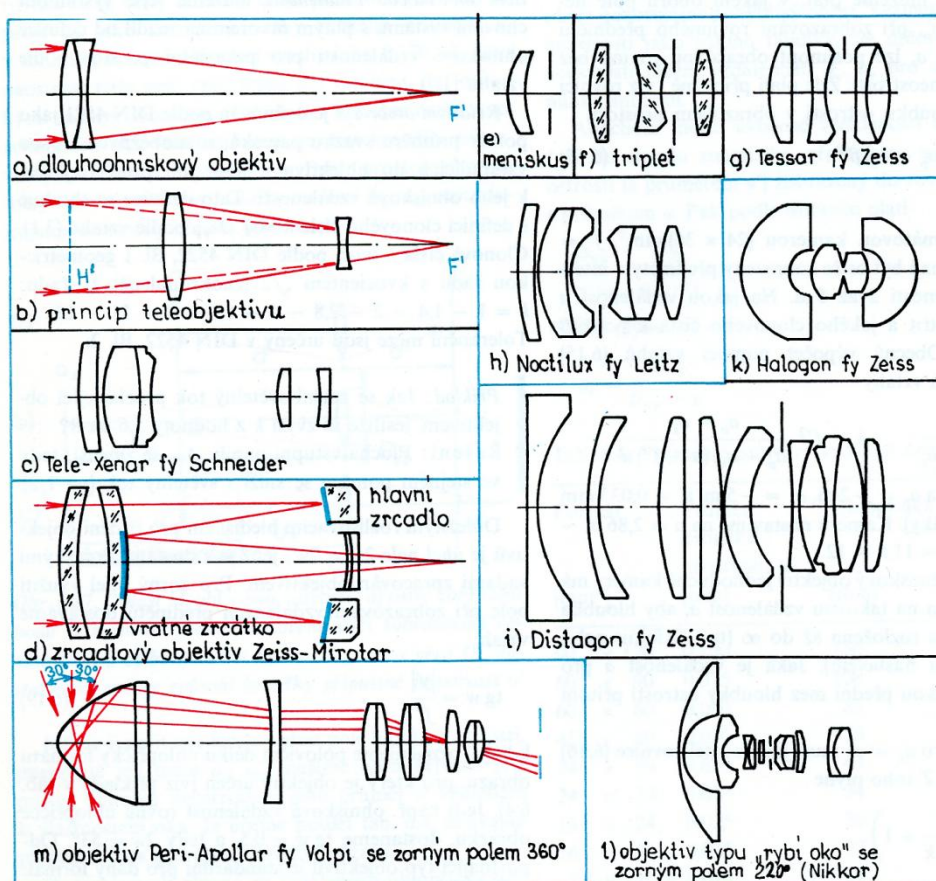
	Di	(digitally integrated design): konstruovány pro digitální zrcadlovky. Výrobce doplňuje většinu původních objektivů antireflexními vrstvami na zadní čočky (z důvodu vyššího lesku senzoru DSLR a větší náchylnosti k odrazu světla).
	Di-II	objektivy jsou vyvíjeny pro použití u digitálních zrcadlovek s menším snímačem APS-C (15x23mm). Tyto objektivy nejsou použitelné pro kinofilmové zrcadlovky (35 mm film) a digitální zrcadlovky „full-frame“ (24x36 mm), s nimiž by silně vinětovaly.
	XR	technologie k dosažení lepší kompaktnosti objektivu: zmenšuje celkovou délku optické soustavy při zachování světelnosti (jako u předchozích modelů). Optickou výkonnost zvyšuje speciální tvar inovovaných XR skel (s lepším indexem lomu), což má co nejvíc eliminovat optické vady.
	IF	Vnitřní zaostřovací systém: vnitřní ostření objektivu. Přední optický člen nerotuje, veškeré zaostřování je prováděno v útrokách těla objektivu.
	ASL	Hybridní asférické členy: poskytující optimální kompaktnost a obrazovou kvalitu – díky použití specifické výrobní technologie.
LD skla s nízkým rozptylem		členy, jež jsou vyrobeny ze speciálních optických skel s nízkým rozptylem světla, které kompenzují barevnou vadu – obzvláště patrnou při používání teleobjektivů v krajní poloze.
	AD skla s anomálním rozptylem	kombinací AD členů a prvků z klasického optického skla s různými hodnotami rozptylu světla může být efektivně řízena kompenzace osových barevných vad u teleobjektivů nebo mimoosové barevné vady u širokoúhlých objektivů s běžnou optickou konstrukcí.
	AF/MF	Změnou police zaostřovacího kroužku: přepínání mezi AF (automatickým ostřením) a MF (manuálním ostřením) je jednoduše proveditelné posunutím zaostřovacího kroužku (vpřed – vzad).
	FEC	Effektivní řízení rotace filtru: efektivní řízení rotace filtru je navrženo tak, aby otáčelo filtr do vhodné police při použití clony. Toto je dosaženo otáčením FEC kroužku, který otáčí přední částí objektivu, kde je nasazen filtr, a to proti rotaci objektivu způsobené zaostřováním.
	ZL	Zámek zoomu: praktický prvek, umožňující uzamknout vysunování objektivu v nejkompaktnější (nejkratší) pozici. ZL poskytuje ochranu proti nežádoucímu vyjetí tubusu při nošení fotoaparátu vybaveného objektivem.
	SP	(Super série): linie objektivů s vysokým výkonem dosahujícím optimálních parametrů. Hlavní prioritou konstrukce objektivů SP série je nejvyšší dosažitelná výkonnost v dané třídě.
	Fish-eye	Rybí oko – objektiv, který se nebrání zkreslení. Na toto označení pozor hlavně okolo ohniska 12-17 mm. V tomto rozsahu lze totiž získat jak rybí oka, tak i klasické širokoúhlé objektivy.
	MACRO	regulérní makroobjektivy by měly mít měřítko blízké zobrazovacímu poměru 1:1 a s možností zaostření na velmi krátké vzdálenosti. Tato zkratka je však běžně používána i v souvislosti s mnoha objektivy mívající měřítko okolo 1:2 – 1:3,5 (zvětšení 0,5x – 0,33x).
	Full-frame	digitální zrcadlovky (DSLR) disponující snímacím čipem, jehož rozměry odpovídají klasickému kinofilmovému poličku. Tyto přístroje se označují jako „plnoformátové“, „full-frame“ apod. rozměry jejich snímačů jsou cca 23x36 mm.
	APS-C	digitální zrcadlovky (DSLR) disponující menším snímacím čipem, než je klasické kinofilmové poličko nebo tzv.: „plnoformátové“ (full-frame) DSLR. Rozměry APS-C snímačů jsou cca 15 x 24mm.

Tab.10.6. Charakteristika objektivů firmy Tamron

10.2. Konstrukce objektivů

Konstrukce snímacích objektivů prošla dlouhým vývojem. Od jednoduché meniskové čočky, přes achromatický dublet, triplet, jeho úpravu na Tessar po velice složité optické konstrukce zajišťující požadovanou vysokou kvalitu při vysoké světelnosti.

Pro dosažení dobrého korekčního stavu se dnes při konstrukci kvalitních objektivů používají asférické plochy u čoček a pro dobrou korekci barevných vad se používají speciální skla s nízkou disperzí. Ukázka různých konstrukcí objektivů je na obrázku 10.3.(převzato z knihy: G. Schröder – Technická optika)

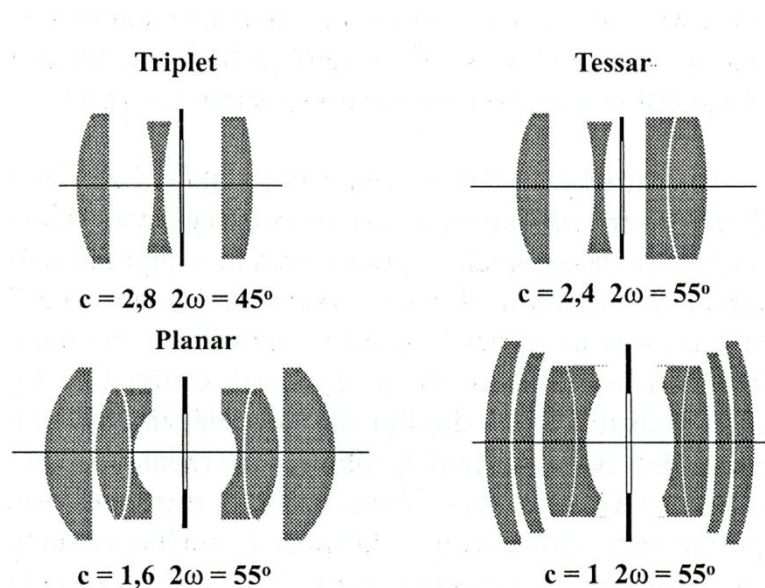


Obr.10.3.

Podle velikosti zorného pole a dalších vlastností dělíme objektivy do mnoha skupin, které si krátce popíšeme.

10.2.1. Normální objektivy

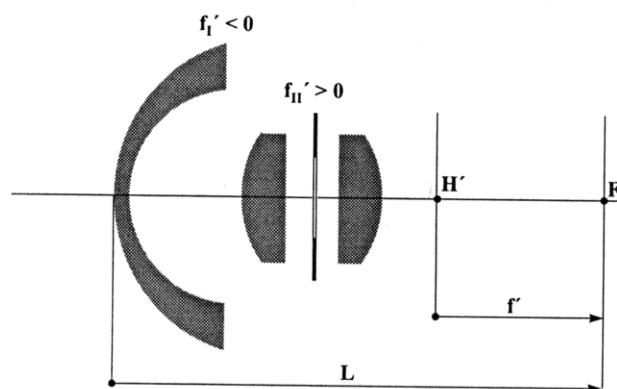
Jak jsme již ukázali, *normální objektivy* mají úhlopříčku obrazového formátu přibližně rovnu ohniskové vzdálenosti. Jsou rozličných konstrukcí s velmi odlišnými stupni korekce. Pro nejlevnější kamery lze použít meniskus s clonou za čočkou. Kvalitnější je triplet nebo z něj odvozený Tessar. Výborných výsledků je dosaženo u tzv. Gaussovy konstrukce, např. objektiv Planar, nebo Noctilux na obr.10.3.h. Zvláště normální objektivy se konstruují pro velký rozsah světelností, od 1,2 do asi 6,3. Ukázka základních objektivů je na obrázku 10.4.



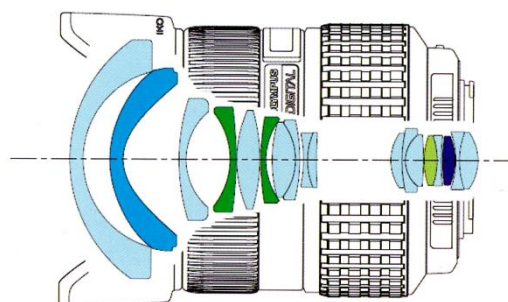
Obr.10.4.

10.2.2. Širokoúhlé objektivy

Skupina *širokoúhlých objektivů* je význačná tím, že má velké zorné pole, v extrémních případech i více jak 180° . V tom případě musí být obrazový zorný úhel $2\omega' < 2\omega$, jinak by byla např. pro úhel $2\omega' = 180^\circ$ úhlopříčka formátu nekonečná. (Špičkové širokoúhlé objektivy, „rybí oko“ mají zorný úhel 2ω až 220°). Jelikož je v tomto případě stavební délka objektivu L větší jak ohnisková vzdálenost, musí být optickou konstrukcí vytlačena obrazová hlavní rovina za optickou soustavu. Dosahuje se toho tak, že optická soustava je obvykle složena ze dvou členů z nichž první má zápornou ohniskovou vzdálenost a druhý kladnou ohniskovou vzdálenost. Tím dojde k podstatnému snížení úhlu, který svírá hlavní paprsek s optickou osou soustavy za členem se zápornou ohniskovou vzdáleností.



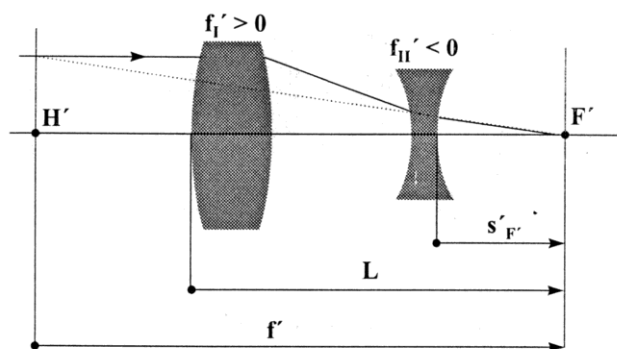
Obr.10.5. Princip širokoúhlého objektivu



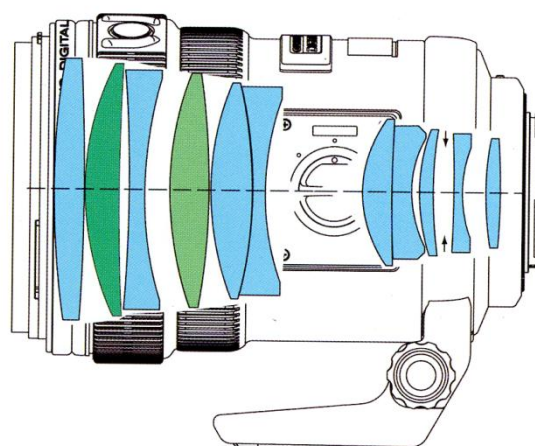
Obr.10.6. Širokoúhlý objektiv Olympus Zuiko s rozsahem ohniskových vzdáleností 7 – 14 mm. Zelené členy jsou vyrobeny z nízkodisperzních skel, tmavě zelená ED Glas, světle zelená Super ED Glas

10.2.3. Teleobjektivy

Optická konstrukce *teleobjektivů* je význačná tím, že stavební délka optické soustavy je kratší, než ohnisková vzdálenost. Dosahuje se toho opačným postupem, než je uplatněn u širokoúhlých objektivů, hlavní roviny jsou vytlačeny před vlastní optickou soustavu. Opět zde máme dvě části, ale v případě teleobjektivů má první část kladnou a druhá část zápornou ohniskovou vzdálenost. Docílí se tím toho, že obrazová hlavní rovina je vytlačena před soustavu.



Obr.10.7. Princip teleobjektivu



Zuiko Digital 150mm f2.0 Telephoto

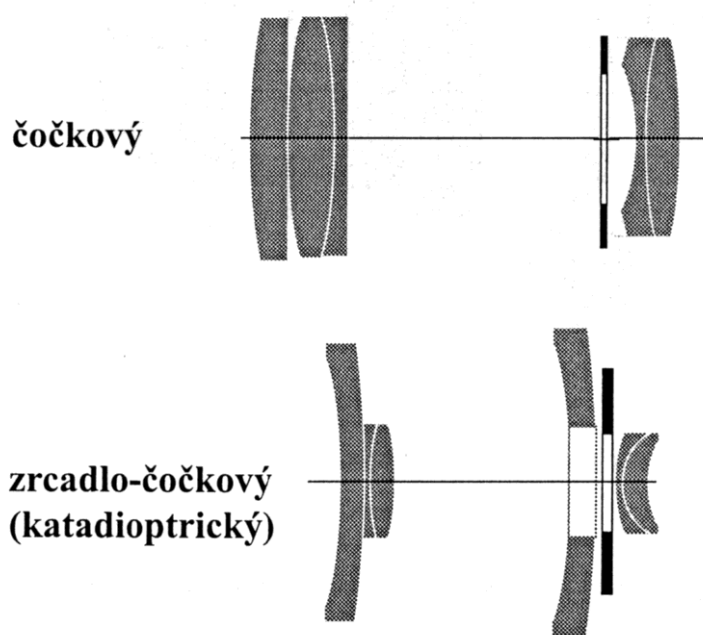
ED Glass
Super ED Glass

Schéma dlouhoohniskového objektivu Olympus Zuiko s ohniskem odpovídajícím 300 mm. Barevnost čoček prozrazuje, že všechny jsou ze speciálních optických skel s nízkým indexem rozptylu.

Obr.10.8. Teleobjektiv

10.2.4. Zrcadlo-čočkové objektivy

Pokud požadujeme značné zkrácení stavební délky optické soustavy dlouhoohniskových objektivů, lze provést konstrukci kombinací lámavých a zrcadlových ploch. Těmto soustavám říkáme *katadioptrické*, čili *zrcadlo-čočkové* soustavy. Viz též obr.10.3.d.

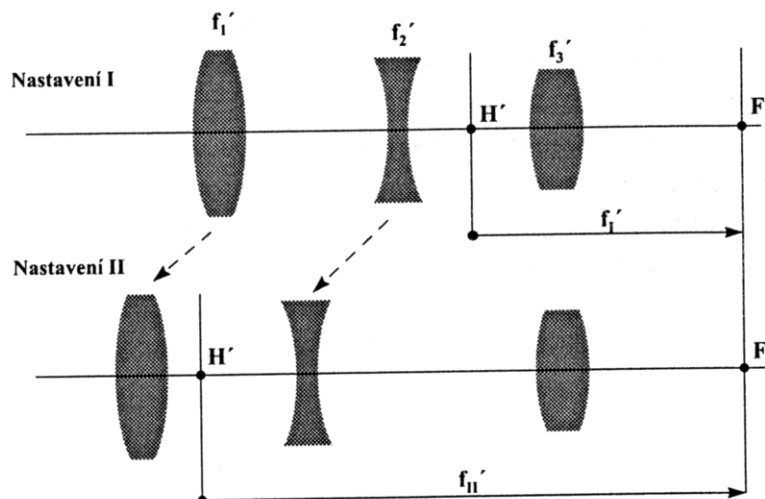


Obr.10.9. Ukázka čočkového a zrcadlo-čočkového teleobjektivu

10.2.5. Pankratické soustavy

Tyto soustavy jsou známější pod názvy jako *varioobjektiv*, *transfokátor*, *zoomy*. Jsou charakteristické tím, že jejich optická stavba dovoluje měnit jejich optické charakteristiky buď plynule nebo skokem. Dosahuje se toho tím, že se mění vzájemná poloha jednotlivých členů optické soustavy vůči sobě. Tyto soustavy se někdy charakterizují poměrem nejdelší ku nejkratší ohniskové vzdálenosti $K = f'_{\max} / f'_{\min}$. Tento podíl bývá u videokamer až 70 : 1, u digitálních kompakťů tzv. „superzoomů“ může být až 30 : 1. Čím je tento podíl větší, tím je obtížnější takovou optickou soustavu navrhnout a vyrobit. S rostoucí hodnotou čísla K obvykle klesá i optická kvalita takové soustavy.

Pankratické soustavy mají velmi složitou optickou stavbu a skládají se z velkého počtu čoček v závislosti na hodnotě K (viz obr.10.6.). Se změnou f' se obvykle mění i clonové číslo.



Obr.10.10. Princip pankratických objektivů

10.2.6. Tilt-shift objektivu

Jak již název říká (*tilt-shift = naklonit-posunout*) jsou to speciální objektivu pro zásahy do tvorby obrazu. Funkce shiftu, posunutí, se využívá zvláště při fotografování architektury, posunutím objektivu lze dosáhnout triků s perspektivou, narovnání kácejících se linií budov a podobně. Funkce tilt je mnohem obecnější, umožňuje pracovat s náklonem roviny ostrosti. Lze dosáhnout požadované hloubky ostrosti bez nutnosti extrémního clonění, naklápět rovinu ostrosti a jiné. Tyto T-S objektivu jsou vždy manuální, tj. bez autofokusu. Ukázka dvou T-S objektivů firmy Canon je na obrázku 10.11.



Obr. 10.11. Tilt-shift objektivy

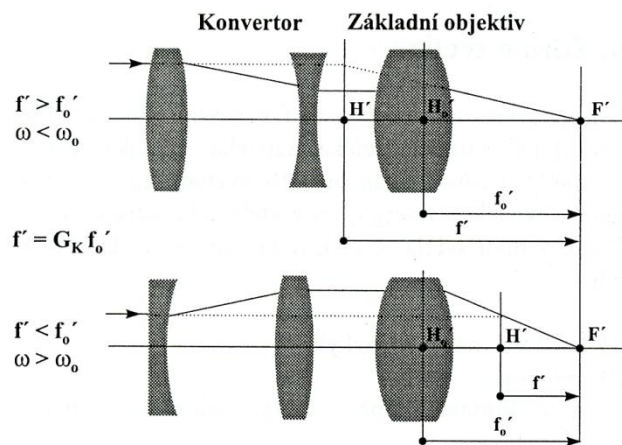
10.2.7. Makroobjektivy

Makroobjektivy jsou objektivy, které jsou schopné ostře zobrazit předměty ležící v mnohem bližší předmětové vzdálenosti než běžné objektivy. Měly by být schopné snímat obraz v měřítku 1 : 1, což ne všechny objektivy označované jako „makro“ umožňují. Jestliže nejkratší předmětová pracovní vzdálenost u běžných objektivů je někde mezi 50 až 35 cm, makroobjektivy jsou v extrémních případech schopny zaostřit předměty nacházející se ve vzdálenosti i 1 cm. (Zde je třeba upozornit na jednu zvláštnost. Ve fotografické praxi se předmětová pracovní vzdálenost měří od roviny citlivé vrstvy, v současnosti udávané předmětové pracovní vzdálenosti makroobjektivů jsou měřeny od čelní čočky objektivu). Dostupné jsou jak speciální makroobjektivy, obvykle s pevnou ohniskovou vzdáleností, tak objektivy, u nichž lze režim makro zapnout při potřebě snímat velice blízké předměty.

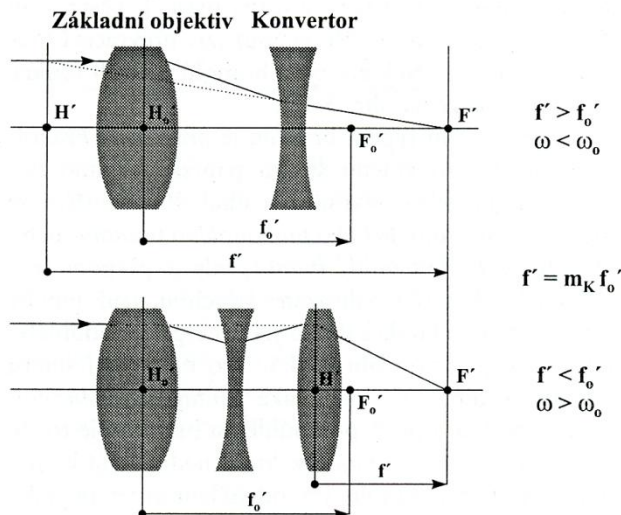
10.2.8. Konvertory

Konvertory jsou optické soustavy které slouží pro změnu ohniskové vzdálenosti a zorného pole základního objektivu. Jsou dostupné ve dvou provedeních a to buď jako *nasazovací*, pokud se upevňují před objektiv, nebo *vkládací*, ty se

umísťujú medzi objektív a tělo fotoaparátu. Princíp činnosti je objasnen na obrázcích 10.12. a 10.13. Na týchto obrázcích je f_0' základní ohnisková vzdálenost, f' potom ohnisková vzdálenost kombinace základní objektív + konvertor.



Obr.10.12. Nasazovací konvertor + základní objektív



Obr.10.13. Základní objektív + vkládací konvertor

10.3. Vlastnosti objektivů

10.3.1. Kvalitativní ukazatele

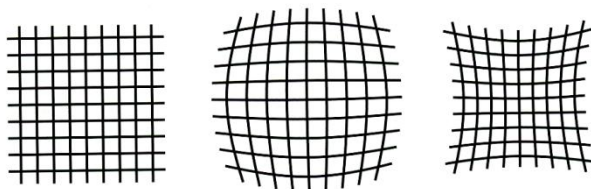
10.3.1.1. Vady optického zobrazení

O vadách optického zobrazení bylo určité pojednáno v základním kurzu optiky, zde si jenom shrneme výsledky jejich studia.

Vady optického zobrazení v základu dělíme na **vady monochromatické**, nezávislé na barvě světla a **vady chromatické**, které jsou zapříčiněny disperzí.

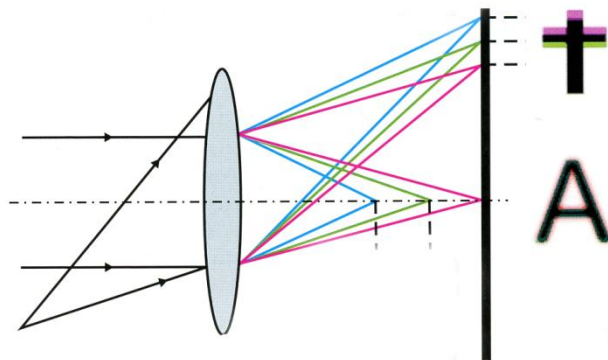
Monochromatické vady dělíme dále na **vadu osovou**, projevující se při průchodu osového svazku paprsků optickou soustavou v závislosti na dopadové výšce jednotlivých paprsků, tuto vadu nazýváme **otvorovou vadou**, resp. aperturní aberací. Nevykorigovaná otvorová vada se projevuje tak, že paprsky dopadající na optickou soustavu v různé dopadové výšce po průchodu soustavou protínají optickou osu v různé vzdálenosti od soustavy. Tato vada způsobuje rozostření obrazu.

Další monochromatické vady jsou **vady mimoosových svazků paprsků**. Dělíme je na **vadu širokého paprskového svazku**, komu a vady způsobené úzkým paprskovým svazkem. **Koma** se projevuje tak, že mimoosovým obrazem bodu není kruhově symetrická stopa, ale stopa tvaru komety, podle čeho má tato vada název. Všechny mimoosové vady jsou závislé na velikosti úhlu který svírá hlavní paprsek s optickou osou. Čím je tento úhel větší, tím větší jsou vady zobrazení. Další mimoosové vady, které způsobuje **úzký paprskový svazek** jsou **astigmatismus**, související se **zklenutím** obrazového pole a **zkreslení**. Zvláště zkreslení, poduškovité nebo soudkovité je nepříjemnou vadou, která je na snímcích velmi rušivá.

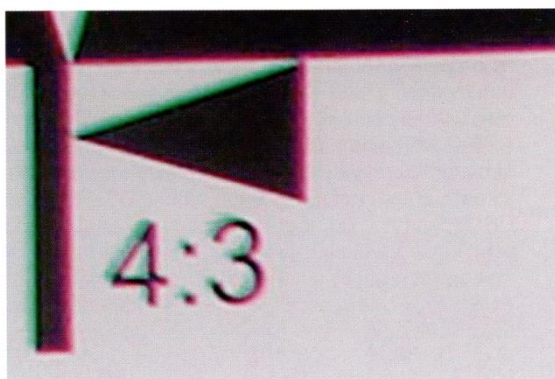


Obr.10.14. Zkreslení (vlevo předloha, uprostřed soudkovité a vpravo poduškovité zkreslení)

Chromatické vady dělíme na **vadu polohy** a **vadu velikosti**. Názorně jsou zobrazeny na obrázku 10.15.a 10.16.



Obr.10.15. Barevná vada polohy a velikosti



Obr.10.16. Projev barevné vady

Barevné vady se na snímcích projevují zvláště rušivě. Právě kvůli korekci barevné vady se pro konstrukci objektivů používají speciální nízkodisperzní skla.

10.3.1.2. Rozlišovací schopnost snímacích objektivů

Rozlišovací schopnost objektivu je převrácenou hodnotou rozlišovací meze. Jestliže rozlišovací mez vyjadřujeme v úhlových nebo lineárních jednotkách, pro rozlišovací schopnost používáme jejich převrácenou hodnotu, prostorovou frekvenci [1 / mm].

Teoretická rozlišovací mez snímacího objektivu je dána na podkladě ohybové teorie známým vztahem

$$\psi_m = 1,22 \cdot \lambda \cdot D^{-1} \text{ [rad] } .$$

Je-li r nejmenší vzdálenost čar testu (perioda) v obrazové rovině, která je právě ještě rozlišena, je rovněž

$$\psi_m = r \cdot f'^{-1} \quad [\text{rad}] ,$$

kde f' je ohnisková vzdálenost objektivu, pokud uvažujeme předmět v ∞ . Rozlišovací schopnost μ_R snímacího objektivu je potom dána vztahem

$$\mu_R = 1 / r = 1 / (\psi_R \cdot f') \quad [\text{mm}^{-1}] .$$

Pro hrubý odhad μ_R pro $\lambda = 5 \cdot 10^{-4} \text{ mm}$ můžeme použít upravený vztah

$$\mu_R = 1 / (\psi_m \cdot f') = D / (1,22 \cdot \lambda \cdot f') = 1 / (6c) \cdot 10^4 \quad [\text{mm}^{-1}] ,$$

kde c je clonové číslo hodnoceného objektivu, pro které platí $c = f' \cdot D^{-1}$.

V běžné praxi, pro informaci fotografické veřejnosti, se rozlišovací schopnost objektivu hodnotí fotografickou zkouškou tak, že se příslušný test snímá hodnoceným objektivem na jemnozrnou fotografickou emulzi a po pečlivém a normalizovaném zpracování se vyhodnotí záznam testu mikroskopem. Touto metodou hodnotíme ovšem μ_c řetězce objektiv-film, kde platí vztah

$$\mu_c^{-1} = \mu_R^{-1} + \mu_F^{-1} ,$$

kde μ_F je rozlišovací schopnost fotografické emulze.

10.3.1.3. Optická přenosová funkce

Optická přenosová funkce $D(R)$ je funkcí komplexní s reálnou částí $T(R)$, což je *funkce přenosu modulace* (kontrastu) a imaginární částí $\theta(R)$, *funkcí přenosu fáze*:

$$D(R) = T(R) \cdot \exp[i\theta(R)] .$$

$$T(R) = e(R) / e(0) , \quad \text{kde}$$

$$e(R) = K'(R) / K(R) ,$$

$e(0)$ je obvykle normováno na hodnotu 1.

$K'(R)$ je kontrast předmětové struktury o prostorové frekvenci R v obrazové rovině a $K(R)$ je kontrast téže struktury v předmětové rovině. Kontrast (vizibilita) je definován následovně:

$$K = (L_{\max} - L_{\min}) / (L_{\max} + L_{\min}),$$

kde $L_{\max}$ a $L_{\min}$ je maximální a minimální jas v předmětu,

$$K' = (E_{\max} - E_{\min}) / (E_{\max} + E_{\min}),$$

kde $E_{\max}$ a $E_{\min}$ je maximální a minimální osvětlení v obraze.

Prostorová frekvence $R = 1 / r$, kde r je perioda zobrazované (periodické) struktury.

Funkce přenosu modulace se graficky zobrazuje jako závislost $T(R)$ na R , kde R je obvykle v jednotkách $1 / \text{mm}$, funkce $T(R)$ se pro $R = 0$ normuje na hodnotu 1.

Poznámka 1: Z uvedeného plyne, že rozlišovací schopnost optické soustavy je hodnota $R_{\max}$, pro kterou funkce $T(R)$ klesne na hodnotu 0.

Poznámka 2 : Ve fotografické praxi se při demonstraci kvality objektivů nepředkládá soubor grafů funkce $T(R)$, [pro každý bod předmětu by musela být dokladována jeho křivka funkce $T(R)$ a ještě pro různé orientace čar testu], ale soubor všech měření se zpracuje do grafu závislosti $T(R)$ na úhlu pole pro $R = 10$ a 30 [$1 / \text{mm}$] a pro meridionální a sagitální směr čar testu. Toto vyjádření dostatečně dokumentuje kvalitu optické soustavy.

10.3.1.4. Další kvalitativní ukazatele

Vinětace (odclánění) je pokles osvětlení v obrazové rovině směrem k okrajům snímku, způsobený jednak konstrukcí objektivu, jednak samotnými principy zobrazení mimoosovými svazky paprsků a dále může být zapříčiněno i použitím nevhodných doplňků nasazených na objektiv, např. filtry v tlustých objímkách. Vinětace se více projevuje u širokoúhlých objektivů.

Bokeh je vlastnost objektivu daná konstrukcí clony. Čím se otvor clony více podobá kruhu, tím je „lepší“ zobrazení hlavně bodových světél v oblasti mimo hloubku ostrosti. Čím je více lamel clony, tím je otvor kruhovější. S počtem lamel clony souvisí i počet „paprsků“, které bude mít bodový zdroj světla při větším zaclonění.

Defokusace (front focus, back focus) může nastat u fotoaparátů s výměnnými objektivy při určité nevhodné kombinaci těla fotoaparátu a objektivu. Jde o

nesprávné zaostření buď před, nebo za správnou rovinu obrazu na kterou je nastavena matnice nebo detektory autofokusu přístroje.

10.3.2. Ostatní vlastnosti

Stabilizace obrazu

Hlavně u dlouhoohniskových objektivů může snadno dojít k rozostření snímku nechtěným pohybem objektivu během expozice – roztřesením. Toto rozostření lze eliminovat jednak použitím stativu, což není vždy možné či praktické a proto jsou mnohé objektivy doplněny stabilizací. U digitálních přístrojů je dvojího druhu. Jednak se jedná o klasickou optickou stabilizaci, jednak o stabilizaci digitální- softwarovou, což není pravá stabilizace. Při optické stabilizaci je objektiv vybaven čidly pohybu- piezoelektrickými senzory a signál těchto čidel je po zpracování přenášen na některý prvek objektivu, „plovoucí čočku“, která je posuvná příčně k optické ose objektivu a jejím pohybem je eliminován posun obrazu na snímku vlivem neklidu.

Firma Konica Minolta vyvinula stabilizaci na jiném principu, posunu obrazového senzoru, systém „anti-shake“, který v současnosti přebrala firma Sony a Olympus.

Minimální zaostřovací vzdálenost

O tomto jsme se již zmínili v souvislosti s makroobjektivy. Na vzdáleném konci předmětové vzdálenosti je vždy nekonečno, u různých objektivů se však mění nejkratší možná předmětová vzdálenost, která je potom další sledovanou vlastností konkrétního objektivu.

Maximální clonové číslo

Vzhledem k dosažitelné hloubce ostrosti je důležitou vlastností konkrétního objektivu maximální clonové číslo, protože jak uvidíme v následující podkapitole, má clonové číslo podstatný vliv na dosažitelnou hloubku ostrosti konkrétního objektivu. Z hlediska kvality zobrazení není žádoucí extrémní clonění, protože vliv difrakce na malém clonovém otvoru se nepříznivě projevuje.

Počet lamel clony

S ohledem na bokeh (viz) je počet lamel clony další dosti důležitý parametr konkrétního objektivu. Jak již bylo uvedeno, čím je větší počet lamel clony, tím je otvor kruhovější. Minimální počet lamel je 5.

Způsob ostření

U fotoaparátů je nějaké zařízení, které umožňuje ostření na různé předmětové vzdálenosti. Pouze malá skupina objektivů levných kompakťů je nastavena napevno na tzv. hyperfokální vzdálenost (viz dále), těmto objektivům se říká „fix fokus“. Zaostřovací mechanismus posunuje buď celý objektiv (starší deskové přístroje), nebo některou jeho část. Ostříme buď ručně nebo automaticky. Některé typy objektivů umožňují ruční doostření i při zapnuté automaticce. Jednoduché levné objektivy ostří pomocí přední skupiny čoček. Ta se v průběhu ostření pohybuje, posouvá se dopředu či dozadu. Pokud se při ostření i otáčí, způsobuje to problémy při použití polarizačních filtrů, protože tam záleží na úhlové orientaci filtru oproti předmětu. Kvalitní objektivy mají mnohdy vnitřní ostření, kdy se pohybují vnitřní členy optické soustavy objektivu.

Autofokus

Další sledovanou vlastností objektivů je systém autofokusu. Objektiv tvoří s tělem fotoaparátu jeden celek a musí si rozumět. Informace na co se ostří se zpracovává v těle přístroje, na snímači autofokusu a v procesoru a odtud jdou signály do objektivu. Sleduje se rychlost ostření a hlučnost. Systémy autofokusu u zrcadlovek jsou v principu dva, oba pasívní, tedy zpracovávají informaci obsaženou v obraze, na rozdíl od aktivního principu založeného na měření odezvy odraženého signálu, obvykle ultrazvukového, nebo infračerveného. První způsob pasívního autofokusu je založen na měření kontrastu v obraze, druhý na měření fáze světelných vln. V obou případech přístroj hledá zkusmo místo maximálního kontrastu, nebo shodné fáze. Některé přístroje ostří mechanicky převodem vyvedeným z těla přístroje, jiné lineárními motorky. Nejmodernější jsou tzv. sonické systémy.

10.4. Hloubka ostrosti

V této kapitole se budeme věnovat pojmu *hloubka ostrosti* při optickém zobrazení. Myslím, že by se spíše měl používat termín *hloubka tolerované (řízené) neostrosti*, protože při optickém zobrazení nikdy nemůžeme uvažovat, že by bylo realizováno opravdu ostré zobrazení, tzn., že by obraz do všech detailů byl shodný s předmětem. K dokonalému zobrazení dochází pouze teoreticky u ideální optické soustavy, to je takové, u níž se uvažuje zobrazení pouze na podkladě paprskové optiky a jež je prosta všech vad zobrazení. Zobrazení skutečnou optickou soustavou však musíme brát z pohledu vlnové optiky a potom, pokud je tato soustava opět prosta vad zobrazení (hovoříme o fyzikálně dokonalé soustavě) se díky vlnové povaze světla projeví ohyb světla na apertuře této soustavy tím, že předmětový bod se nikdy nezobrazí opět jako bod, ale jako poměrně složitý prostorový útvar, ale my bereme toto rozdělení energie v obraze bodu v jeho plošném řezu a přihlížíme pouze k centrální části, tzv. Airyho plošce. Říkáme, že bod se zobrazí v plošku konečného rozměru (*rozptylový kroužek*) o průměru

$$d = 2,44 \cdot c \cdot \lambda,$$

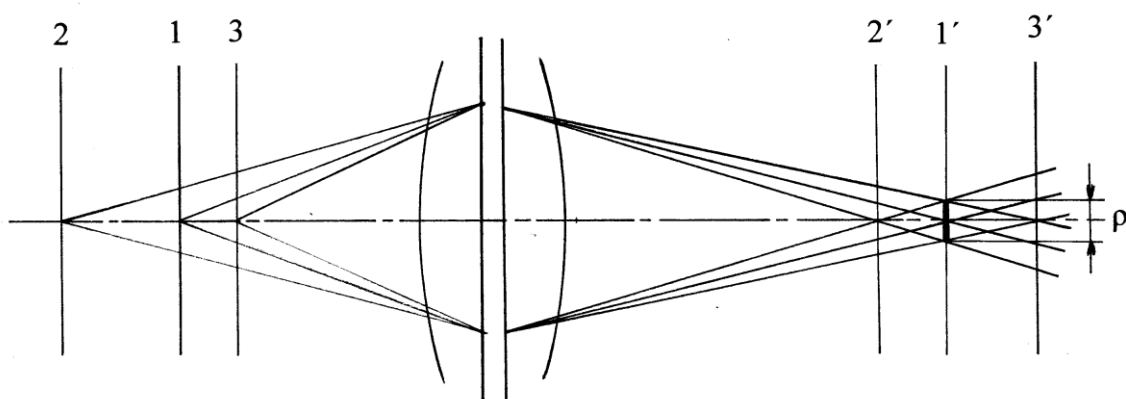
kde c je clonové číslo a λ vlnová délka použitého světla. Z toho je patrné, že zobrazení optickou soustavou není nikdy dokonale ostré a tím i rozlišovací schopnost takové soustavy je konečná. Jelikož se ale historicky pojem „hloubka ostrosti“ vžil, budu jej i nadále používat. Jak je tedy možné, že i když z teorie optického zobrazení plyne, že do jisté obrazové roviny je možno „ostře“ zobrazit opět pouze konkrétní předmětovou rovinu a ne část prostoru, že uvažujeme o zobrazení části předmětového prostoru „ostře“ do obrazové roviny? Využíváme nedokonalosti lidského zraku, který rovněž považuje za ostré to, co ve skutečnosti dokonale ostré není. Podílí se na tom opět ohyb světla na pupile oka, ale i konečný rozměr jednotlivých fotocitlivých tělísek na sítnici oka, čípků. Nelze zaznamenat menší obraz bodového předmětu než je průměr čípku a ten je asi 5 μm , což při ohniskové vzdálenosti oka asi 17 mm vede k teoretické hodnotě úhlového rozlišení 1' (úhlová minuta). Ve skutečnosti, při praktických úvahách vycházíme z hodnoty asi 2'.

Ve fotografické praxi se ustálilo, že pozorujeme-li snímek o velikosti 8 x 12'', což je přibližně formát A4, ze vzdálenosti 38 cm, je povolená neostrost přibližně 0,25 mm.

Při odvozování vztahů pro výpočet hloubky ostrosti se vychází z výše uvedené hodnoty úhlového rozlišení oka 2'. Jelikož ale obraz snímáme na menší

obrazový formát, pozorovaný z kratší vzdálenosti (aby byly zachovány prostorové proporce), je vždy nutno velikost povolené neostrosti přepočítat, nejlépe v poměru úhlopříček uvažovaných formátů.

Jak lze tedy dospět k nějaké teorii, pomocí níž lze již předem spočítat co ještě bude na snímku „ostré“? Situace je znázorněna na obrázku 10.17. Předpokládejme, že „správná“ obrazová rovina, rovina filmu, na niž je zaostřena předmětová rovina, je v poloze 1'. Do ní je zobrazena rovina předmětu 1. V rovině 1' je znázorněna úsečkou ρ velikost povolené neostrosti. Jak je z obrázku patrné, stejně „ostré“, nebo spíše bychom měli říci neostře, jsou do této roviny 1' zobrazeny i roviny 2 a 3, obklopující zobrazovanou rovinu 1, i když jejich „správné“ (zaostřené) obrazy leží v polohách 2' a 3'. Je to dáno tím, že pokud při pozorování obrazu nelze okem již rozlišit plošku menší než ρ , bude viděn stejně „ostré“ obraz ležící v poloze 1', ale i v polohách 2' a 3'. Vidíme tedy, že jsme zobrazili prostor mezi rovinami 2 a 3 skoro stejně kvalitně, jako zaostřovanou rovinu 1. Vzdálenosti mezi rovinami 2 a 3 říkáme **hloubka ostrosti**.



Obr.10.17. K hloubce ostrosti

Propočtem tohoto případu zobrazení dospějeme k pojmu **hyperfokální vzdálenost** (označíme ji H), která nám tuto situaci dobře charakterizuje. **Hyperfokální vzdálenost je taková vzdálenost předmětu, že pokud je objektiv zaostřen na nekonečno, je vše od ∞ do této vzdálenosti zobrazeno v obrazové rovině s povolenou neostrotí.**

Fotografové nejčastěji využívají hyperfokální vzdálenosti tak, že pokud objektiv zaostří právě na hyperfokální vzdálenost, je vše „ostré“ od ∞ do poloviny

hyperfokální vzdálenosti $H/2$. Ze zobrazovacích vztahů lze odvodit vzorec pro výpočet hyperfokální vzdálenosti:

$$H = f'^2 / (c \cdot \rho) .$$

Z tohoto vztahu je vidět, které veličiny mají vliv na velikost H . Je to především ohnisková vzdálenost objektivu f' , clonové číslo c a velikost tolerované neostrosti ρ . Pokud tedy požadujeme velkou hloubku ostrosti, musí být číslo H malé a proto je vhodné volit co nejkratší ohniskovou vzdálenost objektivu a pokud možno silně clonit. Extrémním případem využití velké hloubky ostrosti jsou tzv. „fixfokus“ objektivy, používané u levných kompaktních, které se nemusí zaostřovat, protože zaostření je již od výrobce nastaveno na hyperfokální vzdálenost.

Při znalosti hyperfokální vzdálenosti je snadné vypočítat rozsah hloubky ostrosti pro libovolnou zaostřenou vzdálenost z . Bližší rovina ostrosti leží ve vzdálenosti:

$$z_1 = (H \cdot z) / (H + z)$$

a vzdálenější

$$z_2 = (H \cdot z) / (H - z) .$$

Nyní se vrátíme k velikosti povolené neostrosti ρ . Vyjděme z úhlového rozlišení oka $2'$. Řekli jsme si, že pro formát $8 \times 12''$ (A4) a pozorovací vzdálenost 38 cm, je povolena velikost rozostření 0,25 mm. Jak je tomu na filmu? Protože se objektivy dělí do skupin podle úhlopříčky formátu fotocitlivého materiálu, lze použít stejný postup. Formát $8 \times 12''$ má úhlopříčku asi 366 mm a kinofilm pouze 43,3 mm, vidíme, že formát kinofilmu má asi 8,5 krát menší úhlopříčku, proto i velikost povoleného rozostření volíme přibližně $0,25 / 8,5$ a to je asi 0,03 mm. Stejně tak můžeme postupovat pro libovolný formát. Tuto vypočtenou hodnotu lze ovšem měnit v závislosti na požadované konečné kvalitě výsledného obrazu s ohledem na jeho konečnou velikost, vzdálenost ze které bude pozorován a podobně. V případě procesu negativ-pozitiv je nutno brát v úvahu, že při pozitivním procesu dochází opět k optickému zobrazení které zhorší výslednou kvalitu oproti prostému přepočtu formátů.

Poznámka: V případě digitální fotografie je problematika hloubky ostrosti složitější. Jednak pracujeme ve většině případů s mnohem kratšími ohniskovými vzdálenostmi objektivů, jednak hlavně u levnějších přístrojů je světelnost

objektivů značně horší než u kvalitních výměnných objektivů zrcadlovek a v neposlední řadě má senzor pravidelnou strukturu pixelů konečné velikosti.

V této kapitole byla řada obrázků převzata z publikací:

Kolektiv autorů: Technické základy fotografie, vydal KFŽ 2002 a

O. Neff, M. Hájek, D. Filipi : Objektivy, vydal IDIF 2007

11. Fotoaparáty

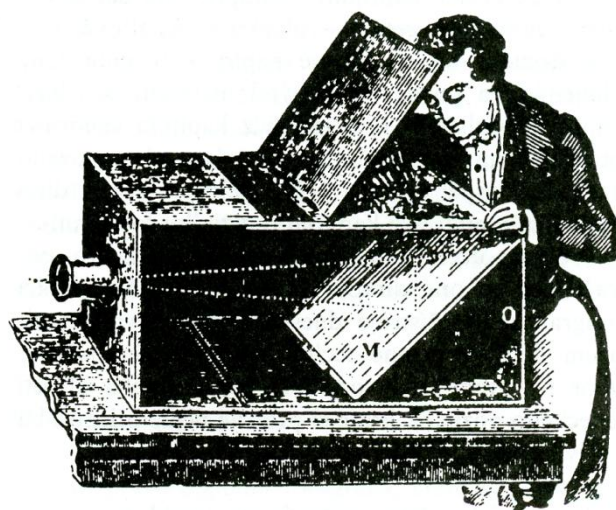
V této kapitole se v první části seznámíme se základními částmi fotografického přístroje a jejich funkcí obecně, následně se budeme věnovat v současnosti užívanější digitální fotografii.

Předchůdcem současných fotografických přístrojů je „camera obscura“, dírková kamera, která je známa již mnoho století. Podrobnější popis viz např.: Wikipedia, odkud je i následující text:

Camera obscura je v principu schránka (třeba i velikosti místnosti) s otvorem v jedné stěně. Světlo z vnější scény po průchodu otvorem a dopadne na konkrétní místo na protější stěně. Promítalo-li se na papír, mohl malíř obraz jednoduše obkreslit. Výhodou této techniky bylo zachování perspektivy a tím větší realističnost výsledného obrazu.

S popsaným jednoduchým aparátem byl promítaný obraz vždy menší než ve skutečnosti a převrácený. V 18. století byla používána konstrukce se zrcadlem, která obraz promítala na průsvitný papír položený na skleněné desce na vrchu skříňky.

Se zmenšujícím se otvorem je promítaný obraz ostřejší, ale zároveň se snižuje jeho jas. Je-li otvor příliš malý, ostrost se opět začne zhoršovat vlivem difrakce. Pozdější camery obscurity používaly místo otvorů objektivy, umožňující větší průměr při zachování ostrosti obrazu.

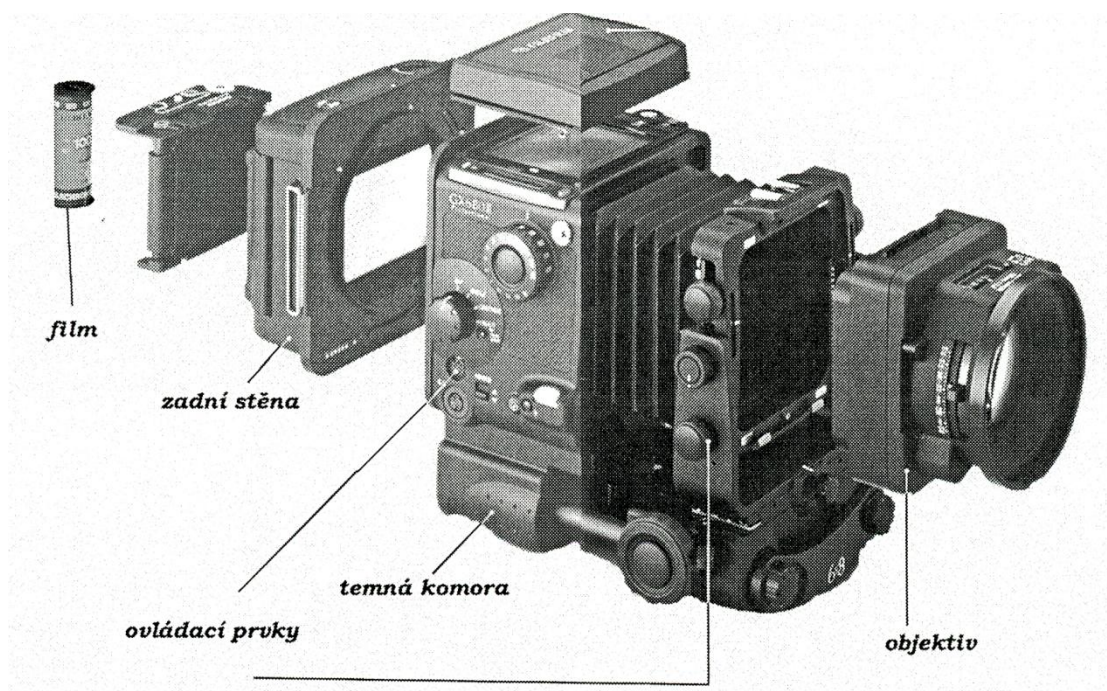


Obr.11.1. Práce s dírkovou komorou

11.1. Základní části fotografického přístroje

- zadní stěna
- hledáček
- objektiv
- zařízení pro regulaci a stanovení expozice
- zaostřovací zařízení

- **další pomocná zařízení** (záblesková zařízení, makrozařízení, napájecí zařízení, informační soustava, soustava pro pohodlné ovládání přístroje aj.)



Obr. 11.2. Základní části fotografického přístroje

11.1.1. Zadní stěny fotografických komor

Zadní stěny fotoaparátů slouží hlavně k umístění a obsluze použitého fotocitlivého materiálu. Mimo digitální fotoaparáty jsou rovněž vybaveny rámečky na něž se přitlačuje fotocitlivý materiál a tvoří tudíž clonu zorného pole objektivu. V případě digitálních přístrojů je clona zorného pole tvořena samotným fotosenzorem a není přesně definována. Záleží na následném zpracování údajů okrajových obrazových buněk. Zadní stěny digitálních fotoaparátů jsou rovněž vybaveny displejem, který zobrazuje snímáný motiv a u kompaktních rovněž často nahrazuje hledáček.

Zadní stěny běžných fotopřístrojů jsou pevně vázány na těleso přístroje, ale u profesionálních středoformátových přístrojů a u velkoformátových ateliérových přístrojů jsou odnímatelné. Umožňuje to při práci snadnou výměnu fotocitlivého materiálu.

Konstrukce zadních stěn se liší hlavně podle druhu použitého záznamového materiálu. Jsou proto konstruovány na použití následujících druhů fotocitlivého prostředí:

- **fotografické desky a ploché filmy** – obvykle velkoformátové, převážně pro ateliérové fotokomory

- **svitkové fotografické filmy** – obvykle filmové pásy o šířce 60 mm pro profesionální nebo náročnou práci

- **kinofilm** – nejpoužívanější fotomateriál, filmový pás o šíři 35 mm

- **APS (Advanced Photo Systém)**- film nedílně integrovaný ve své kazetě s celou řadou manipulačních a informačních vymožeností (s nástupem digitální fotografie je na ústupu). Tvořil jej filmový pás šíře 24 mm ve speciální kazetě. Kazeta byla opatřena kontakty pro automatické čtení dat o filmovém materiálu a jeho stavu. Exponovat bylo možno dle předvolby 3 různé obrazové formáty a to:

H- (high definitiv) 30,2 x 16,7 mm o poměru stran 1 : 1,8

P- (panoramic) 30,2 x 9,5 mm o poměru stran 1 : 2,5

C- (classic) 25,1 x 16,7 mm o poměru stran 1 : 1,5

Mimo to se používaly další **úzké filmové formáty**:

Film 126 Instamatic pro 24 snímků formátu 28 x 28 mm,

Film 110- Pocket Instamatic, pás šíře 16 mm pro 12 snímků 13 x 17 mm,

Film Minox šíře 9,3 mm v kazetě pro 36 snímků 8 x 11 mm,

a jiné.

fotoelektrické obrazové snímače – používané v digitální fotografii o kterých pojednáme později.

11.1.2. Hledáčky

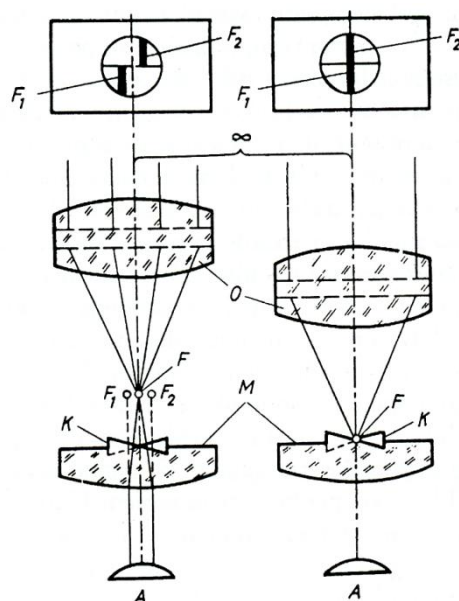
Hledáčky fotografických komor slouží k nastavení požadovaného snímku, tj. k jeho kompozici a volbě momentu záběru. Historický vývoj byl od žádného hledáčku, přes různé rámečky až po kvalitní optické hledáčky, u současných kompaktních včetně změny zorného pole při změně ohniskové vzdálenosti objektivu – zoomování. Velmi oblíbené ve své době před nástupem automatických zaostřovacích metod byly **dálkoměrné hledáčky**.

V současné době se používají převážně tři druhy hledáčků:

- **průhledový hledáček**, tvořený samostatnou optickou soustavou, jak již bylo řečeno při použití objektivu s proměnnou ohniskovou vzdáleností též umožňující změnu zorného pole. Problémem průhledových hledáčků je skutečnost, že pozorovaný obraz v hledáčku nemusí vždy odpovídat velikosti a umístění fotografovaného předmětu – paralaxa. Tato nepřesnost se projevuje nejvíce při snímání blízkých předmětů.

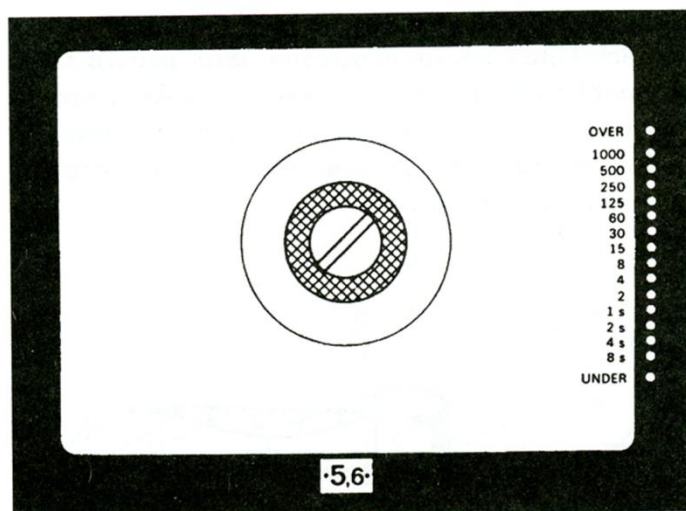
- **matnicový hledáček**, který se nachází v rovině citlivé vrstvy, vlastně při kompozici obrazu ji nahrazuje a před expozicí musí být vyměněn za kazetu s fotocitlivým materiálem. Tato metoda se v současné době používá pouze v omezené míře u technických speciálních komor. Nejpraktičtějším řešením matnicového hledáčku jsou tzv. zrcadlovky. Pomocí sklopného zrcadla je svazek paprsků odkloněn na matnici, pozorovanou lupou a nejčastěji přes pentagonální hranol pro pohodlný přímý vhled do hledáčku. V momentě expozice se zrcadlo sklopí a umožní svazku paprsků zobrazit obraz na fotocitlivý materiál. Toto je princip jednoobjektivových zrcadlovek (tzv. SLR komor). Dnes již nevyráběné dvouobjektivové zrcadlovky pracovaly tak, že jeden objektiv vytvářel obraz na matnici, druhý exponoval snímek. U těchto komor byl ovšem opět problém s paralaxou, viz obr. 11.5.a 11.6.

Pro přesnější zaostření byly matnice SLR komor doplněny dalšími prvky pro přesnější zaostření. Mezi nimi měl výrazné použití **klínový dálkoměr**. Kolem něj bylo obvykle mezikruží s **mikroprizmaty**, obr.11.19. a 11.20.



Obr.11.19. Princip klínového dálkoměru

- **LCD panely** u digitálních fotoaparátů zobrazují obraz snímáný fotoelektrickým obrazovým senzorem. Jsou buď ve formě malých obrazových panelů na zadní stěně komory, nebo jako hledáčky, ve kterých je miniaturní LCD panel pozorován lupou. Tyto panely slouží i jako informační displeje.



Obr.11.20. Matnice s klínovým dálkoměrem a mikroprizmaty

11.1.3. Objektiv

Objektivům byla podrobně věnována předchozí kapitola.

11.1.4. Zařízení pro regulaci a stanovení expozice

Expozice určuje jakou dávku světla fotosenzor (film či fotoelektrický detektor) obdrží.

Ovlivňuje ji:

- clonové číslo
- doba otevření závěrky
- citlivost fotosenzoru
- (osvětlení snímaného předmětu)

11.1.4.1. Stanovení správné expozice

Zkrácený historický přehled metod měření expozice:

- odhad na základě zkušenosti
- různé pomocné tabulky
- šedé klíny
- první externí expozimetry, pracující jako luxmetry
- vestavěné expozimetry
- speciální čidla zabudovaná do těl SLR a DSLR komor, umožňující měřit několika různými metodami a to:
 - integrálně (měří po celé ploše fotosenzoru)

- **selektivně** (zohledňuje určitou vybranou část obrazového pole)
- **bodově** (měří pouze malou definovanou oblast obrazového pole).

Metodika měření expozice:

Integrální (celoplošné) měření se dále dělí na:

- **průměrové**, vyhodnocující celou plochu obrazového pole
- **poměrové**, vyhodnocuje informaci z více polí, na které je obrazové pole rozděleno a porovnává hodnoty v těchto jednotlivých částech, a potom tyto údaje dle zadaného programu vyhodnotí a určí pravděpodobnou správnou expozici
- **preferenční**, zde je upřednostněna ta část pole, kde se obvykle nachází hlavní motiv snímané scény.

Selektivní (výběrové) měření :

- měření jen **středovou částí** obrazového pole, asi 30% až 40% plochy
- měření **bodové**, pouze malou částí plochy mezi 2% až 10%. U některých předních výrobců zrcadlovek se tento měřicí „bod“ může posouvat po obrazové ploše.

Poznámka:

Naměřené jasové hodnoty exponometrický mechanismus přístroje registruje v **EV (Exposure value) hodnotách** . Dle nastaveného expozičního programu potom automatika přidělí této hodnotě dobu otevření závěrka a hodnotu clony při nastavené citlivosti fotosenzoru.

Základní hodnota EV 0 odpovídá takovému osvětlení snímaného motivu, kdy je šedá tabulka (achromatická tabulka s 18% odrazivostí) správně exponována při citlivosti fotosenzoru 100 ISO časem 1 sekunda při clonovém čísle 1.

expoziční čas (sec)	přírůstek EV		clonové číslo	přírůstek EV		ISO	přírůstek EV
1	0		1.0	0		50	1
1/2	1		1.4	1		100	0
1/4	2		2.0	2		200	-1
1/8	3		2.8	3		400	-2
1/15	4	+	4.0	4	+	800	-3
1/30	5		5.6	5		1600	-4
1/60	6		8	6		3200	-5
1/125	7		11	7			
1/250	8		16	8			
1/500	9		22	9			
1/1000	10		32.0	10			
1/2000	11		45.0	11			

Tabulka k zjištění EV hodnoty.

Jednoduše zjistíte přírůstek EV z expozičního času (např. 1/500 = 9 EV), přičtete přírůstek EV z clonového čísla (např. clona f/ 8 = 6 EV) a přičtete přírůstek EV z ISO (např. ISO=200 je -1 EV), celkové EV je tedy 9 EV + 6 EV - 1 EV = 14 EV. Expoziční hodnota (množství světla vně fotoaparátu) při 1/500sec, cloně f/8 a ISO 200 je tedy 14 EV.

Tabulka hodnot EV

Programy pro nastavení správné expozice:

Dělíme je do dvou skupin, na: - **kreativní**
- **motivové**.

Kreativní programy jsou ty, které umožňují fotografovi zasahovat a ovlivňovat nastavení expozičních hodnot. Dělí se na 4 základní a to:

- **program „P“** (Program): je to základní program u něhož automatika přístroje nastaví optimální kombinaci expozičního času a clony a fotograf může do tohoto nastavení vstupovat úpravou některé z dalších expozičních či jiných hodnot a přístroj sám přenastaví ostatní
- **program „S“, resp. „Tv“** (časová automatika): fotograf si zvolí expoziční čas a automatika přiřadí odpovídající hodnotu clony
- **program „A“, resp. „Av“** (clonová automatika): fotograf si zvolí clonové číslo a automatika přiřadí expoziční čas
- **program „M“** (manuální nastavení): fotograf si nastaví oba parametry, jak clonové číslo tak dobu otevření závěrky a ekonometrický systém fotoaparátu kontroluje správnost nastavených hodnot a upozorňuje na odchylky od správné expozice.

Motivové programy jsou programy automatického nastavení expozičních hodnot pro předem zvolené motivy. Tyto programy obvykle řídí i další činnosti fotoaparátu, jako je blokování blesku, způsob měření expozice, převíjení filmu a

další. Mezi nejznámější motivové programy patří třeba: krajina, portrét, sport, mikrosnímek, noční snímek, pláž, sníh a mnoho dalších.

11.1.4.2. Zařízení pro regulaci expozice

Sem patří: - **zařízení pro nastavení citlivosti fotosenzoru**

- **clona**

- **závěrka**

11.1.4.2.1. Zařízení pro nastavení citlivosti

Tato problematika se rozpadá do dvou větví a to na zařízení pro klasickou (chemickou, filmovou) fotografii a pro fotografii digitální.

V klasické fotografii se používají filmové materiály s pevně danou citlivostí, která je v současnosti vesměs uváděna v hodnotách ISO. Tuto hodnotu je nutno nastavit buď ručně na příslušném zařízení fotoaparátu, nebo se nastaví automaticky u kinofilmů v kazetě obsahující tzv. DX kód, nebo v kazetě APS.

Ve fotografii digitální je možno citlivost fotosenzoru měnit v závislosti na požadované odezvě. Tuto hodnotu je možno přednastavit buď ručně, nebo ponechat na automatické komory její vhodné nastavení v závislosti na osvětlení fotografované scény a přednastaveného expozičního programu.

Poznámka: Fotografické filmy vysoké citlivosti vykazovaly po zpracování obvykle hrubší zrna. V případě fotografie digitální opět při nastavení vysoké citlivosti se rušivě projeví šum.

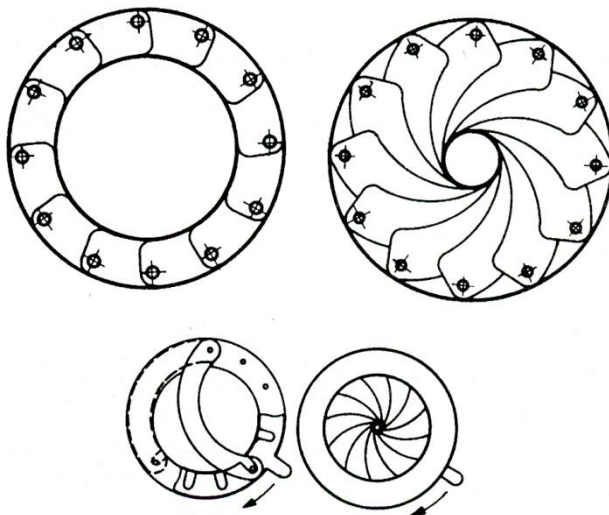
11.1.4.2.2. Clona

Po optické stránce tvoří clonu, která reguluje množství světla procházejícího objektivem na fotosenzor **clona aperturní**. Clonové číslo, jak již bylo uvedeno v minulé kapitole, je podíl ohniskové vzdálenosti ku průměru vstupní pupily. Řada clonových čísel začíná číslem 1 a každé další číslo řady clonových čísel je dáno předchozí hodnotou vynásobenou koeficientem $\sqrt{2}$, tudíž 1,4. Tím je zajištěno, že při přechodu od nižšího clonového čísla k následujícímu vyššímu klesne osvětlení na polovinu.

Po konstrukční stránce je clona tvořena tzv. irisovou clonou, která umožňuje její plynulou změnu. Čím má irisová clona více lamel, tím je otvor clony kruhovější. V současné době se používá nejméně 5 lamel. V historicky dávných dobách fotografie byla clona tvořena kruhovým otvorem v zásuvné destičce a změna

clonového čísla se prováděla výměnou této destičky za jinou s jinou velikostí otvoru.

Poznámka: u nejjednodušších fotopřístrojů se i dnes používají pevné otvory, obvykle dvou velikostí, které se zasouvají do objektivu podle požadované expozice automaticky.



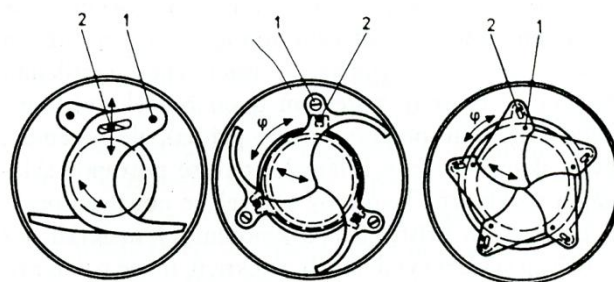
Obr.11.9. Konstrukce clony fotografického přístroje

11.1.4.2.3. Závěrka

V historických dobách fotografie, když fotomateriály byly málo citlivé se doba osvitů regulovala krytkou objektivu, která se na dobu expozice sejmula. S nástupem citlivějších materiálů již tato metoda byla nepoužitelná a bylo nutno fotoaparát vybavit speciální závěrkou, která umožňovala přesné dodržení času expozice. Začaly se používat různé mechanismy, které odpovídaly technologickým možnostem doby. V současnosti se používají dva systémy mechanických závěrek a to závěrky **centrální** a **šterbinové** a v DF i závěrky **elektronické**.

Centrální závěrka je tvořena několika ocelovými lamelami (2 – 7), umístěnými obvykle v objektivu v blízkosti clony, pokud sama nenahrazuje i clonu, jak je tomu u mnohých kompakťů. Tyto lamely jsou speciálním mechanismem ovládány tak, že na stanovenou dobu se rozevřou a odkryjí otvor clony. Jejich výhodou je v tom, že osvětlují celou plochu obrazu najednou. Nevýhodou je fakt, že u nich nelze docílit extrémně krátkých časů (obvykle max. 1/500 sekundy) a potom to, že každý objektiv (v případě výměnných objektivů) potřebuje vlastní závěrku.

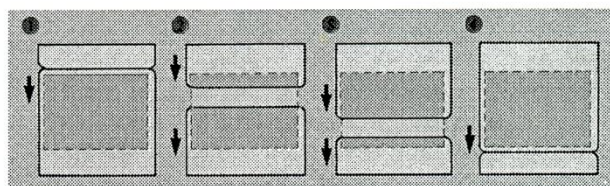
U moderních kompaktních přístrojů jsou lamely ovládány již ne mechanicky, pružinami, ale elektromagnety řízenými elektronickým programem. U některých kompaktních přístrojů amatérské řady jsou lamely závěrky tvarovány tak, že svojí činností nahrazují často i clonu objektivu.



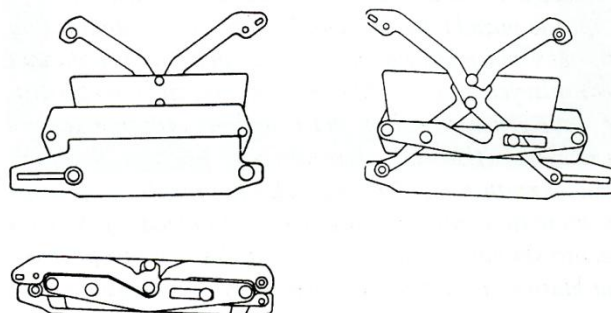
Obr.11.10. Konstrukce dvou, tří a pětílamelové centrální závěrky

Štěrbínová závěrka pracuje na jiném principu. Je tvořena dvěma lamelami (v současnosti kovovými, ale dříve plátěnými), umístěnými těsně před fotocitlivým materiálem (filmem, nebo fotoelektrickým senzorem). Dle přednastaveného času expozice se řídí šíře štěrbiny mezi těmi dvěma lamelami. Expozice probíhá tak, že v první fázi první lamela postupně odkrývá objektivem promítnutý obraz na fotosenzor a následně druhá lamela tento otvor uzavírá. Pohyb lamel byl dříve horizontální, v současnosti se lamely vesměs pohybují vertikálně, po kratší dráze. Moderní štěrbinové závěrky jsou ovládány elektromagnety a pohyb je řízen elektronickým programem. Špičkové štěrbinové závěrky pracují v rozsahu 30 sekund až 1/8000 s (extrémem je hodnota 1/12000 s). U těchto závěrek je definován nejkratší nastavitelný čas při použití blesku, protože šíře štěrbiny závěrky musí být taková, aby v momentě záblesku bylo odkryto celé obrazové pole.

Štěrbínové závěrky se používají pouze u jednoobjektivových (SLR camera) zrcadlovek, zde umožňují mimo jiné snadnou výměnu objektivů, protože mimo expozici zakrývají fotosenzor.



Princip chodu štěrbinové závěrky



Ukázka funkce lamel v kovové štěrbinové závěrcce

Obr.11.11. Štěrbínová závěrka

Elektronická závěrka digitálních kompaktních přístrojů pracuje na jiném principu, někdy nazývaném „vyjmutý signál“. Objektiv průběžně zobrazuje snímanou scénu na fotoelektrický senzor (po zpracování je obraz promítán na LCD displeji na zadní stěně přístroje), probíhá exponometrické měření a zaostření obrazu ze zaznamenávaných dat a v momentě expozice je vyjmuta elektronickým systémem část plynulého signálu a uložena na digitální medium jako soubor binárních dat.

11.1.5. Zaostřovací zařízení

Tato problematika úzce souvisí s konstrukcí hledáčků, probíranou v kapitole 11.1.2.

V současnosti používané metody zaostřování si můžeme rozdělit do tří základních skupin :

- objektiv „fix fokus“
- manuální ostření
- automatické ostření

11.1.5.1. Objektiv „fix fokus“

Jedná se o pevně nastavenou hodnotu vzdálenosti, na kterou je objektiv zaostřen. Vychází se přitom z teorie hloubky ostrosti (viz minulá kapitola). Objektiv je pevně nastaven na hyperfokální vzdálenost a tím je ostré vše od nekonečna do poloviny hyperfokální vzdálenosti. Hlavně krátkoohniskové objektivy nepříliš světelné lze takto používat bez nebezpečí více neostrých snímků.

11.1.5.2. Manuální ostření

Zmíníme se o metodách manuálního ostření v historickém pořadí. V pionýrských dobách fotografie fotograf měl dvě možnosti. Pokud přístroj neměl výměnnou zadní stěnu, byla jediná možnost určit pracovní vzdálenost **odhadem** a tuto nastavit na zaostřovací stupnici objektivu. Pokud měl možnost vyměnit zadní stěnu s citlivým materiálem za **matnici**, bylo zaostřování mnohem přesnější a byla i lepší možnost volby kompozice.

Když se konstrukce fotoaparátů rozdělila do dvou hlavních směrů a to na zrcadlovky a hledáčkové přístroje, došlo k dalším kvalitativním úpravám konstrukcí obou skupin těchto zaostřovacích pomůcek.

U zrcadlovek, převážně jednoobjektivových, byla matnice doplněna **dvojklinovým dálkoměrem** a polem s **mikroprizmaty**.

U hledáčkových přístrojů se objevily **dálkoměrné hledáčky**. Jejich princip je takový, že do optické cesty průhledového hledáčku je pomocí polopropustného zrcadla vkomponován obraz dalšího hledáčku, obvykle filtrovaný světlým barevným filtrem, aby byly oba obrazy barevně odlišeny a tento druhý svazek je mechanicky svázán se zaostřovacím posuvem objektivu. Správně je zaostřeno, když oba obrazy splynou.

U současných digitálních kompaktních fotoaparátů slouží průhledový hledáček pouze pro kompozici záběru, zaostřování je automatické. V poslední době se úplně upouští od vybavení kompaktních hledáčky a jak kompozice záběru tak manuální ostření se provádí pouze podle obrazu na **LCD panelu** na zadní stěně přístroje. V tom případě je podstatné, jak jemný obraz panel produkuje, tím je určena dosažitelná přesnost zaostření.

U „elektronických“ digitálních zrcadlovek se stále častěji používá EVF hledáček (**E**lectronic **V**iew **F**inder), což je hledáček vybavený malým LCD panelem, který je pozorován lupou.

11.1.5.3. Automatické ostření

Prakticky všechny v současné době vyráběné fotoaparáty jsou vybaveny systémem automatického ostření, mnohé levnější kompakty dokonce jinou možnost nenabízejí.

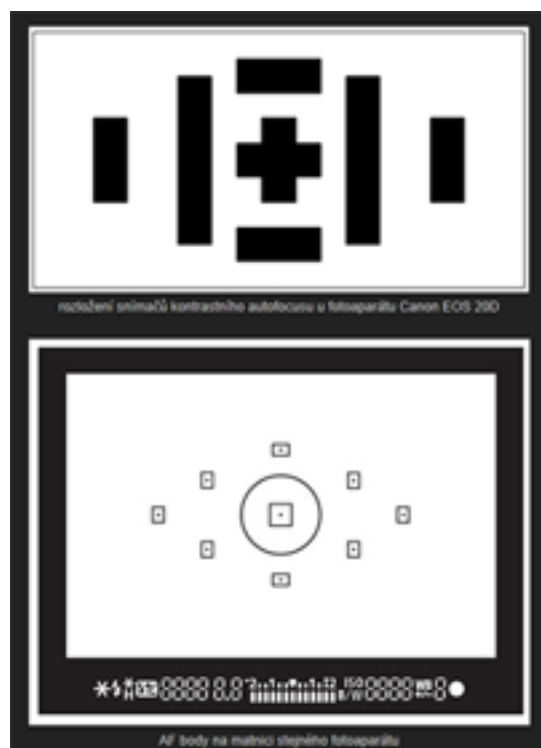
Automatické ostření je dvojího druhu, **aktivní** a **pasivní**.

Aktivní ostření pracuje tak, že fotoaparát je vybaven vysílačem a přijímačem nějakého signálu, buď ultrazvukového, ale častěji se využívá infračervené záření. Vysílač při natisknutí spouště vyzařuje paprsek přibližně v ose objektivu a ten je po odrazu od zaostřovaného předmětu zaznamenán přijímačem. Po vyhodnocení doby, kterou paprsek potřeboval na cestu k předmětu a zpět se vypočtená vzdálenost automaticky nastaví na objektivu. Pokud se paprsek v určitém časovém limitu nevrátí zpět, zaostří se na nekonečno. Výhoda tohoto systému automatického ostření je v tom, že systém je jednoduchý, levný a spolehlivý. Další výhodou je, že může pracovat i ve tmě. Nevýhodou naopak je to, že pracovní dosah je relativně malý, asi 5 m a mezi aparátem a zaostřovaným předmětem nesmí být žádná překážka, od níž by se měrný svazek mohl odrazit (sklo, pletivo apod.). Nepříjemná je též pomalost tohoto systému. Další nevýhodou je, že nelze ostřit bodově, ostří se vždy na střed. Problém je ostření na černé (neodrážející) objekty.

Pasivní způsob ostření vychází z poznatku, že správně zaostřený předmět vykazuje **nejvyšší kontrast**. Senzory tohoto systému pasivního ostření u zrcadlovek jsou umístěny za objektivem, část obrazu je odkloněna, resp. propuštěna částečně propustným zrcadlem a dopadá na senzory, pomocí nichž je kontrast části obrazu vyhodnocen. U kompakťů je hodnocen kontrast přímo na fotodetektoru snímaného obrazu. Pro přesné zaostření záleží nejen na typu, citlivosti, množství a kvalitě senzorů, ale i na procesoru a jeho naprogramování, který signály snímačů vyhodnocuje. Problém nastává při zhoršených světelných podmínkách, proto se mnohdy fotoaparáty vybavují pomocným světlem, které se automaticky spustí, když zaostřovací senzory nemají dostatek světla. Některé přístroje, které používají jako hlavní pasivní způsob ostření jsou doplněny i systémem aktivního ostření, které se spouští právě při omezené funkčnosti pasivního způsobu ostření.

Modernější, a hlavně rychlejší metoda pasivního automatického zaostřování je metoda **fázové detekce**. Snímač autofokusu je tvořen dvojicí mikročoček a dvojicí drobných CCD snímačů. Čočky soustředí do jednotlivých snímačů obraz z protilehlých stran pomocného zrcátka a na snímačích se pak vyhodnocuje rozdíl obrazu. Podobně jako u dvojklinu při matnicovém manuálním ostření je

obraz rozložen na dvě části, které se v momentě správného zaostření zesynchronizují. Tato metoda ostření je mnohem rychlejší, než metoda hledání maximálního kontrastu obrazu.



Obr.11.12. Rozložení čidel automatického ostření

11.1.6. Další pomocná zařízení

Těla fotoaparátů jsou dále vybavena různými pomocnými zařízeními jako např. zábleskovými zařízeními, napájením, informační soustavou, zařízeními pro pohodlné ovládání a dalšími, která v tomto skriptu nebudeme dále popisovat a doplnění této problematiky bude součástí přednášek.

11.1.6.1. Stabilizace obrazu

Zvláště při použití dlouhoohniskových objektivů hrozí nebezpečí roztřesení obrazu a tím jeho znehodnocení. Jednou z možností jak fotoaparát fixovat je upnout jej na stativ, ale to je pro amatérské fotografy dosti náročné a nepohodlné, proto se fotoaparáty vybavují stabilizací obrazu. Existuje několik metod stabilizace obrazu.

Před provedením stabilizačního zákroku je nutno případné roztřesení vyhodnotit gyroskopickými senzory a na základě jejich údajů příslušné pohyby eliminovat stabilizátory.

Stabilizace mechanická, ta se dále dělí na **stabilizaci v objektivu** a **stabilizaci senzoru** (tuto lze uplatnit pouze u digitálních fotoaparátů). Stabilizace v objektivu se častěji nazývá optická stabilizace a je realizována posouváním jednoho optického prvku v objektivu. Stabilizace senzoru se děje posouváním snímacího senzoru v těle fotoaparátu. Nevýhodou optické stabilizace je to, že stabilizačním mechanismem musí být vybaven každý objektiv, v případě stabilizace v těle lze používat klasické objektivy bez stabilizátoru.

Stabilizace elektronická, jinak též digitální spočívá v tom, že přístroj sám nastaví vysokou citlivost snímače a zkrátí expoziční čas. Opět použitelné pouze v digitální fotografii. Nevýhodou je, že s rostoucí citlivostí snímače roste digitální (obrazový) šum, což zhoršuje kvalitu obrazu.

Stabilizace duální je kombinací obou metod jež lze použít buď současně, nebo některou vypnout.

11.1.7. Základní a pokročilé funkce fotoaparátů

11.1.7.1. Zakládání a převíjení fotomateriálu

- možnost volby posunu snímku po jednotlivých snímcích nebo v sérii
- počítání snímků
- automatické zpětné převíjení na konci filmu nebo povelém kdykoliv

11.1.7.2. Expozice

- korekce expozice (změna proti naměřenému)
- paměť expozice (možnost přenést naměřené hodnoty pro jiný snímek)
- expoziční vějíř (**bracketing**) , série snímků s různě nastavenými hodnotami
- měření bodové, integrální, selektivní

11.1.7.3. Zaostřování

- automatické, resp. manuální
- blokování zaostření
- výběr zaostřovacího bodu
- elektronické nastavení hloubky ostrosti
- signalizace zaostření
- prediktivní ostření (plynulé ostření pohybujícího se objektu)

11.1.7.4. Záblesková zařízení

- automatické zapnutí blesku při nedostatku světla

- možnost volby různých režimů záblesku
- možnost nastavit intenzitu záblesku
- redukce červených očí
- volba režimu synchronizace se závěrkou

11.2. Rozdělení fotoaparátů

Fotoaparáty lze dělit dle různých kritérií, například pro koho jsou určeny, jakou mají konstrukci, jaký fotocitlivý materiál používají a podobně. Nejlepší je dělení dle konstrukce, ale na začátek si je rozdělíme podle uživatelů.

Dělení dle uživatelů:

- **amatérské**, mají pokud možno kompaktní konstrukci, jednoduché ovládání, obvykle jsou automatické, nebo poloautomatické, s minimální možností proces snímání ovlivňovat, jsou vybaveny různými motivovými režimy pro usnadnění práce nezkušeným amatérům, jsou určeny hlavně pro začátečníky a občasné uživatele
- **poloprofesionální**, ty již umožňují ve velké míře ovlivňovat proces snímání, pro usnadnění práce jsou rovněž vybavovány různými motivovými i kreativními režimy, umožňují v plném rozsahu zasahovat do procesu, určeny jsou zkušeným fotografům amatérům
- **profesionální**, velice kvalitní přístroje, robustní konstrukce, umožňující rychle měnit expoziční a jiné hodnoty, proto je většina často používaných nastavovacích prvků vyvedena na tělo přístroje, prioritou je rychlá a precizní práce za všech podmínek.

Dělení dle konstrukce:

- **kompakty**, a hledáčkové přístroje (dnešní digitální kompakty mnohdy hledáčky nemají), mají pevně zabudovaný objektiv, jsou vyráběny od nejjednodušších až po profesionální (tím je dáno jejich vybavení)



Obr.11.3. Kompakty, vlevo analogový, vpravo digitální

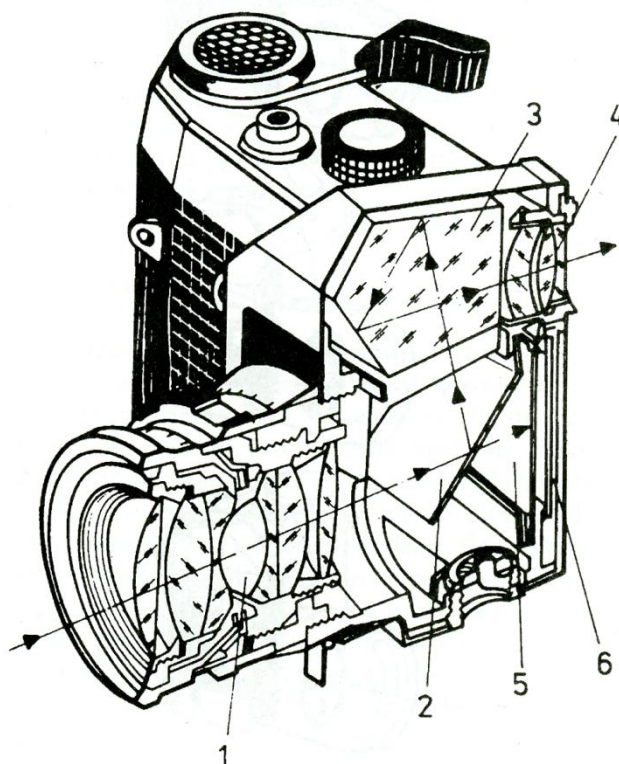
- **zrcadlovky** : původně se vyráběly dva rozdílné typy klasických zrcadlovek

- jednoobjektivová zrcadlovka
- dvouobjektivová zrcadlovka

V současné době se vyrábí pouze jednoobjektivové zrcadlovky :

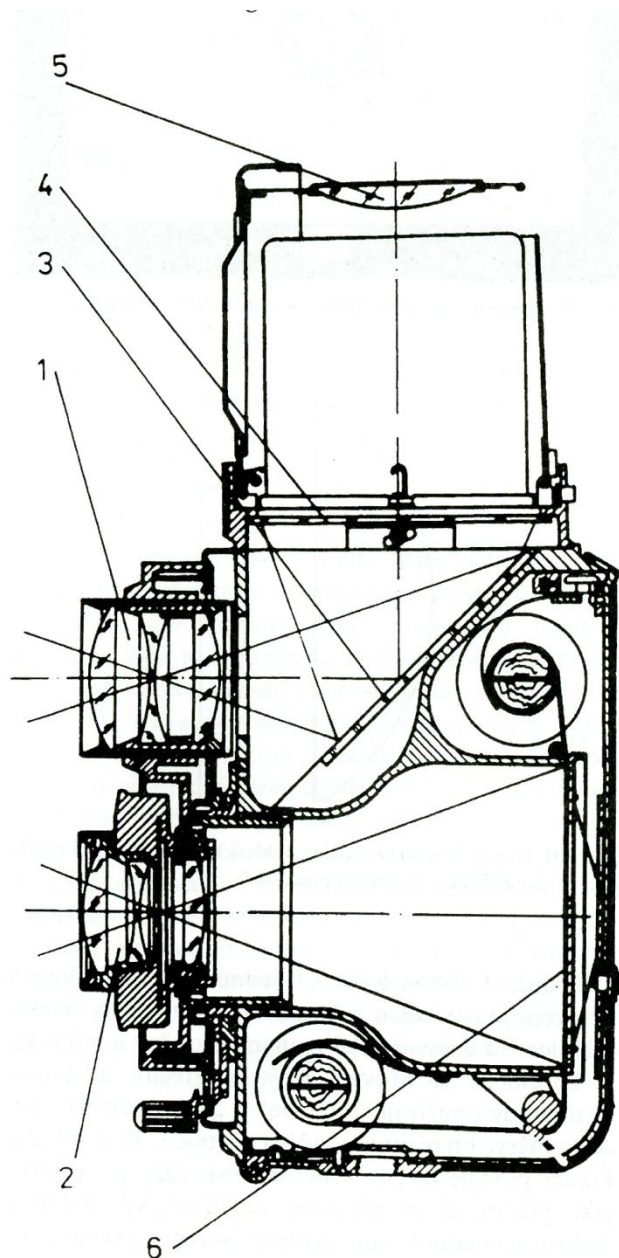
- klasická jednoobjektivová zrcadlovka (SLR Camera)
- digitální jednoobjektivová zrcadlovka (DSLR Camera)

Zrcadlovky jsou kvalitnější a konstrukčně propracovanější než kompakty. Jejich výhodou je hlavně v tom, že fotograf pozoruje obraz takový, který po sklopení zrcadla dopadne na fotocitlivý materiál, není paralaxa. Zrcadlovky umožňují výměnu objektivů, což je jejich velká přednost. Další výbava se řídí tím ,pro jakou skupinu uživatelů jsou určeny.



Princip jednoobjektívnej zrkadlovky — rez komorou. 1. objektív komory, 2. sklopné zrkadlo hľadáčku, 3. pentagonárny hranol hľadáčku, 4. okulár hľadáčku, 5. závierka komory, 6. fotografický materiál

Obr.11.4. Jednoobjektívová zrkadlovka

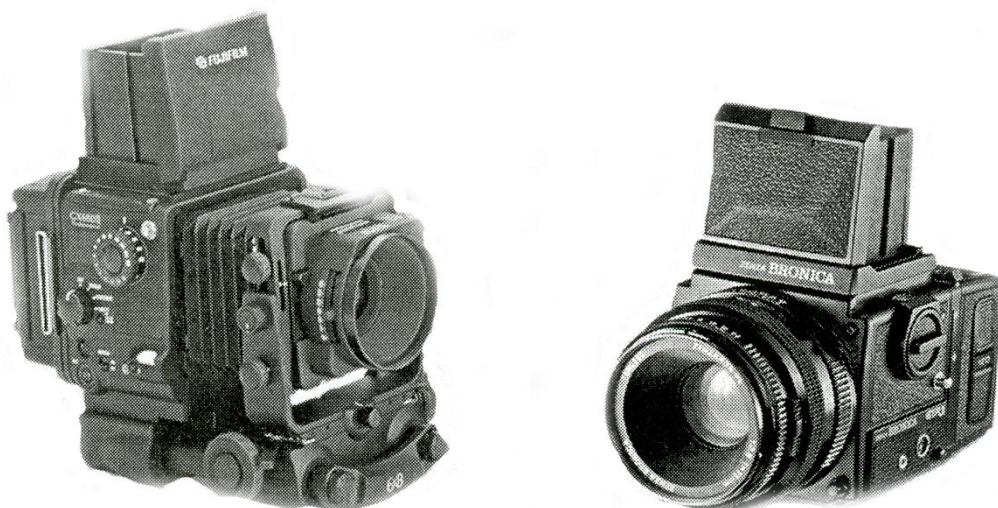


Princip dvouoké zrcadlovky — řez komorou. 1. objektiv hledáčku, 2. objektiv fotografické komory, 3. pevné zrcadlo hledáčku (šachty), 4. matnice hledáčku, 5. zaostřovací lupa hledáčku, 6. průmětna fotografické komory — fotografický materiál

Obr.11.5. Dvouobjektivová zrcadlovka

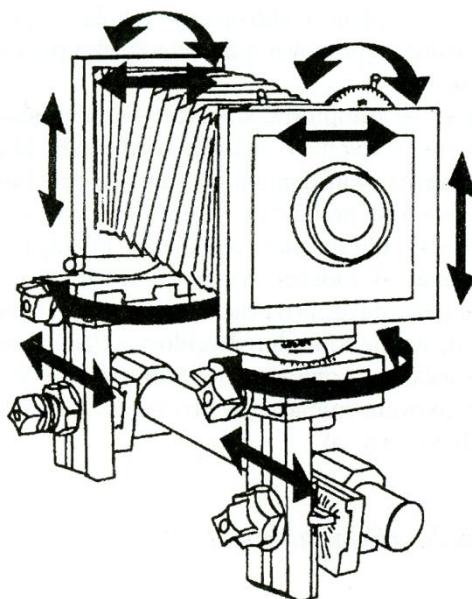
- **technické přístroje** , ty opět dělíme na:

- **přístroje pevné konstrukce** , jsou to přístroje s posuvným objektivem, s tělem přístroje spojeným měchem, mají možnost stranového i osového posuvu jak přední stěny s objektivem i zadní stěny s fotocitlivým materiálem, někdy je zde i možnost naklápění v obou směrech, zaostřuje se obvykle na matnici, která se před expozicí nahradí fotocitlivým materiálem



Obr.11.6. Technické středoformátové fotoaparáty

- **variabilní technické přístroje** (kardany), tyto jsou považovány za vrchol možností fotografického přístroje, části těchto přístrojů jsou uchyceny na optické lavici (viz obrázek), s jejich bohatým vybavením a příslušenstvím lze nejdokonaleji využít možností fotografického zobrazení



Obr.11.7. Variabilní technický přístroj – kardan

- **ostatní speciální** fotografické přístroje: panoramatické, stereoskopické a jiné.

11.3. Specifika digitální techniky

Doposud jsme popisovali fototechniku obecně, bez ohledu na to, zda záznam obrazové informace je pořízen klasicky- analogově, nebo digitálně. Nyní se zaměříme na zvláštnosti digitální fotografie.

V digitální fotografii je fotochemický proces zpracování analogové obrazové informace nahrazen procesem fotoelektrickým s následnou rasterizací.

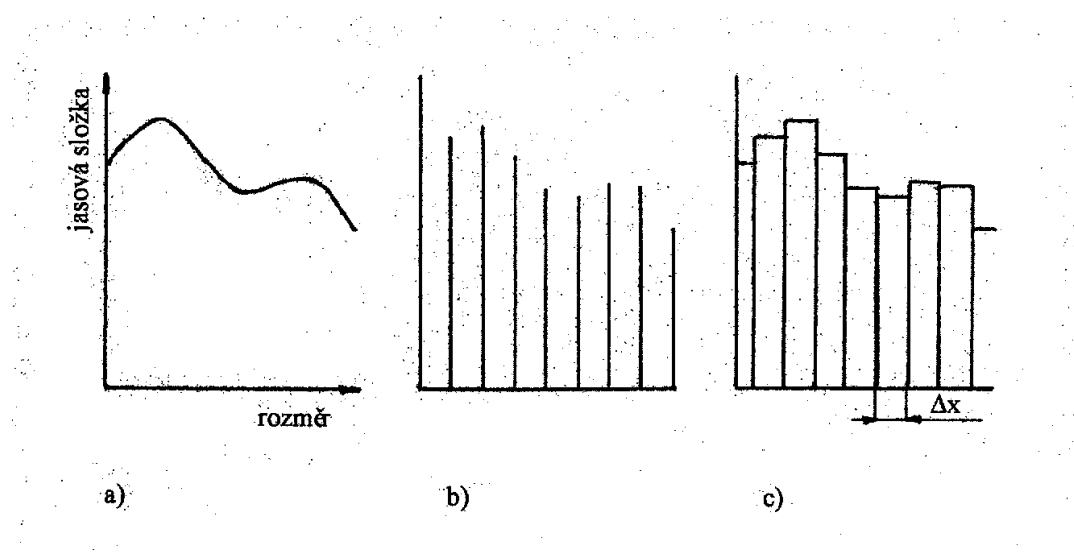
Rasterizace převede analogový obraz na digitální.

Má dvě fáze:

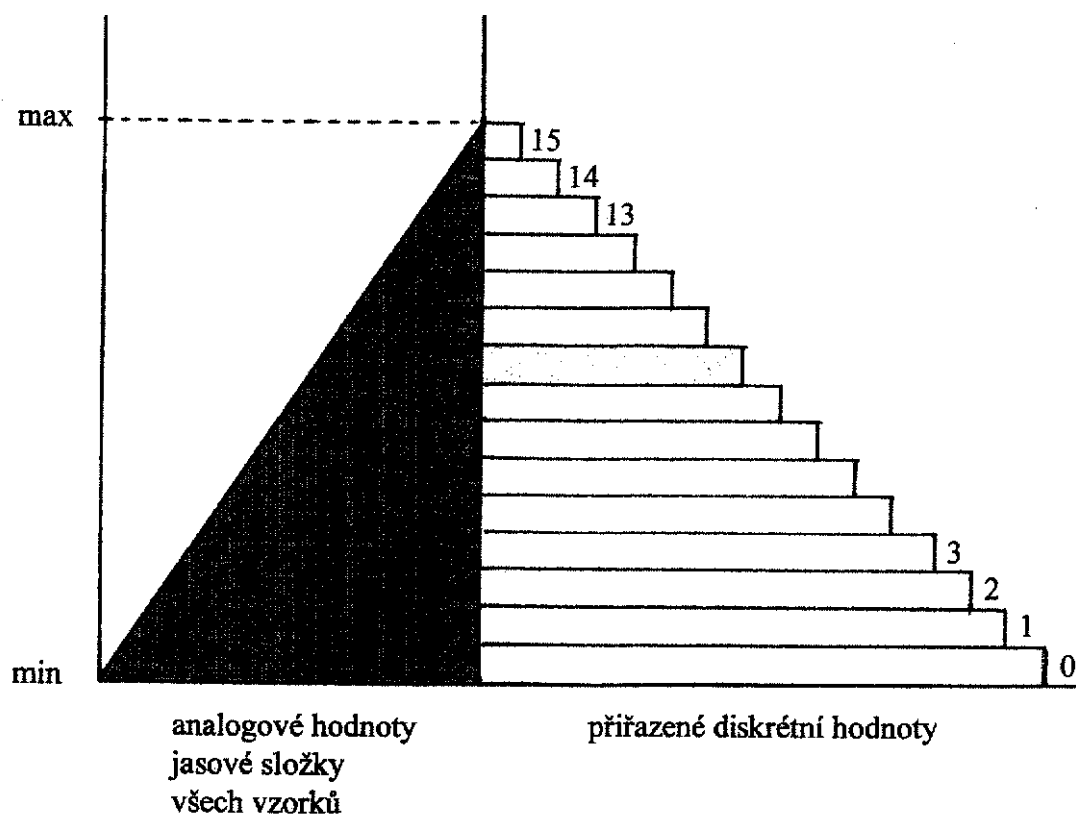
- vzorkování
- kvantizaci

Vzorkování je v podstatě prováděno ploškovou strukturou snímacího prvku, na jehož velikosti záleží, jak velká část analogového obrazu bude zpracována na jednu konkrétní jasovou informaci.

Kvantizace probíhá v A/D převodníku, který přiřadí napěťové úrovni konkrétního obrazového vzorku diskrétní digitální hodnotu.



Rasterizace - vzorkování. a) spojité rozdělení jasu v analogovém obraze, b) vzorkování jasových hodnot, c) přiřazení vzorku celé elementární obrazové ploše o velikosti Δx



Rasterizace - kvantování při 4 bitové hloubce barvy

Místo filmu je v digitální kameře fotoelektrický obrazový snímač. Tyto jsou buď na bázi prvků CCD, nebo CMOS.

Světlocitlivý snímač převádí dopadající světlo na elektrický náboj, ten je měřen a do digitální podoby převeden přes A/D převodník.

Tvary snímačů: - lineární
- plošné (čipy)

Snímače jsou složeny z jednotlivých fotodiod, pixelů (správněji obrazových buněk, pixel je až výsledek celého procesu zpracování původně analogové

informace od rasterizace, přes všechny interpolace, až po konečný digitální záznam).

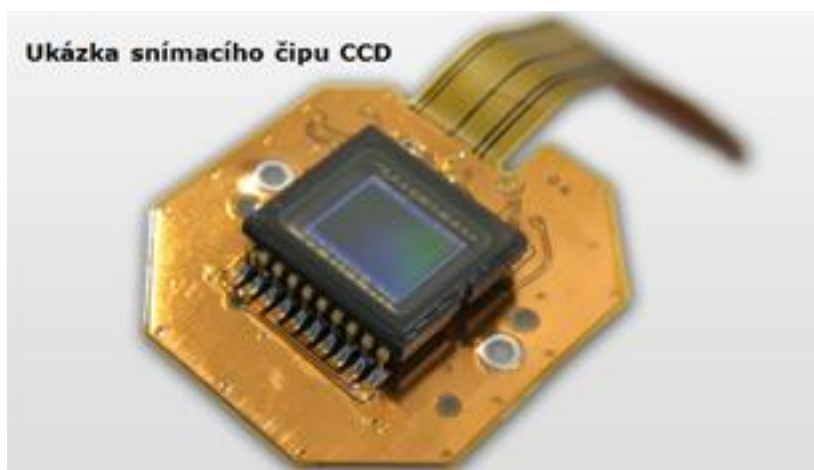
Rozlišovací schopnost obrazových snímačů závisí na množství a velikosti jednotlivých obrazových buněk. Současný běžný rozměr obrazové buňky je v jednotkách mikrometru.

Citlivost snímacích prvků je omezena, zdola šumem, shora nasycením (blooming).

Maximální hodnotu náboje A/D převodníkem rozdělíme obvykle do 256 úrovní (8mi bitový záznam, 8mi bitová barevná hloubka) kvantizací. U kvalitnějších zařízení však lze pracovat i s 10ti, 12ti, ba i 16ti bitovou hloubkou barvy na jeden barevný kanál.

Konstrukční provedení CCD snímacích prvků:

- **prokládané**
zpracovávají obraz řádkově, jako v televizi po lichých a sudých řádcích
- **progresivní**
zpracovávají obraz najednou, nevyžadují závěrku



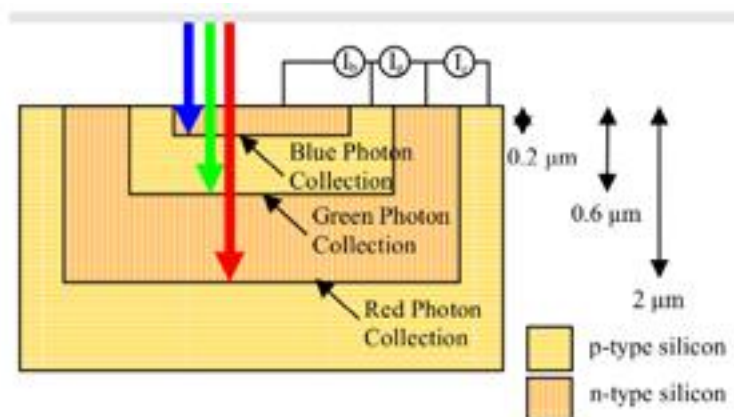
Obr.11.13. Senzor CCD

Snímače CMOS dělí se na :

- **pasivní** (PPS)
- **aktivní** (APS) - buňky doplněny analytickým obvodem, eliminujícím šum

Poznámka:

S jinou konstrukcí přišla firma FOVEON, která představila snímací prvek CMOS Foveon X3, ve kterém jsou tři obrazové elementy pro snímání ve třech barvách umístěny nad sebou. Využívá se vlastnosti křemíku, do něhož proniká červené světlo nejhlouběji a modré nejméně.



Obr.11.8. Princip funkce snímače Foveon X3

Formáty CCD senzorů

Průměr senzoru [“]	Rozměr [mm]	Úhlopříčka [mm]	Plocha [mm ²]
APS-C	22,7 x 15,1	27,3	342,8
4/3	17,8 x 13,4	22,3	238,5
1	9,6 x 12,8	16	122,9
2/3	6,6 x 8,8	11	58
1/1,7	7,5 x 5,6	9,4	42
1/2	4,8 x 6,4	8	30,7
1/2,7	3,96 x 5,28	6,6	20,7
1/3	3,6 x 4,8	6	17,3
1/4	2,4 x 3,2	4	7,7

Barevná hloubka

vyjadřuje, kolik barevných odstínů bylo zaznamenáno, či kolik jich lze zobrazit. Určuje, kolik bitů je použito pro záznam v jednom barevném kanále.

Barevná hloubka (bitů)	Počet stupňů základní barvy	Celkový počet barev jeden kanál
1	2	Č/B
4	16	šedá
8	256	šedá (Grayscale)
tři kanály		
8	256	$16,78 \cdot 10^6$ (Truecolor)
10	1 024	$1,07 \cdot 10^9$
12	4 096	$68,7 \cdot 10^9$
14	16 384	$4,4 \cdot 10^{12}$

Obvykle se pracuje s barvami Truecolor.

Poznámka:

Oko - rozliší několik tisíc až desítek tisíc odstínů barev (?), takže nikdy není možno rozeznat množství barevných odstínů se kterými pracuje digitální technika. Rovněž displeje a tiskárny nejsou schopny toto množství barevných odstínů rozlišit a zobrazit.

Záznam barevného obrazu:

a) lineární snímač (používá se u skenerů)

a1) lineární snímač jednořádkový

postup je tříprůchodový, pro každý barevný kanál

a2) lineární snímač třířádkový

postup je jednopřůchodový, společně pro 3 kanály

V obou těchto případech je možno zaznamenat pouze statické scény!

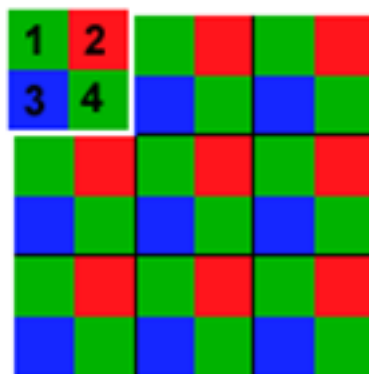
b) plošný snímač

b1) **jednočipová kamera**

b11) metoda tří postupných záznamů
(záznam je proveden postupně pro tři základní barvy)

b12) použití **mozaikového filtru** - běžná metoda u digitálních fotoaparátů, kombinace RGBG filtrů, tzv. **Bayerovo schema**

b2) **tříčipová kamera**, používá se pouze u videokamer



Obr.11.18. Barevná mozaika- Bayerovo schema

Ukládání snímků do paměti:

Snímky se ukládají do paměti v různých formátech, komprimované, či bez komprimace. V současné době se používají pouze formáty JPEG pro komprimované uložení, FIFF pro uložení obrazu bez komprese a speciální „formát“ RAW pro možnost následných úprav v počítači.

Formáty charakterizují způsob uložení digitálních snímků.

Poznámka:

Komprimace může být **bezeštrátová** nebo **ztrátová**.

Bezeštrátová komprese využívá algoritmu LZW (Lempel-Ziv-Welch) a je použita u formátu TIFF.

Ztrátová komprese používá tzv. cosinovou transformaci, komprimace probíhá po blocích 8x8 pixelů. V mnoha případech je možno volit stupeň komprese, použita je u formátu JPEG.

Nejčastěji používané formáty v digitální fotografii jsou :

- **JPEG** (Joint Photographic Experts Group)

- nejčastěji používaný
- používá ztrátovou kompresi různého stupně
- podporuje 24 bitovou barevnou hloubku
- pro web je možno používat progresivní JPEG, který umožňuje zobrazit celý obrázek najednou s postupným zjemňováním struktury

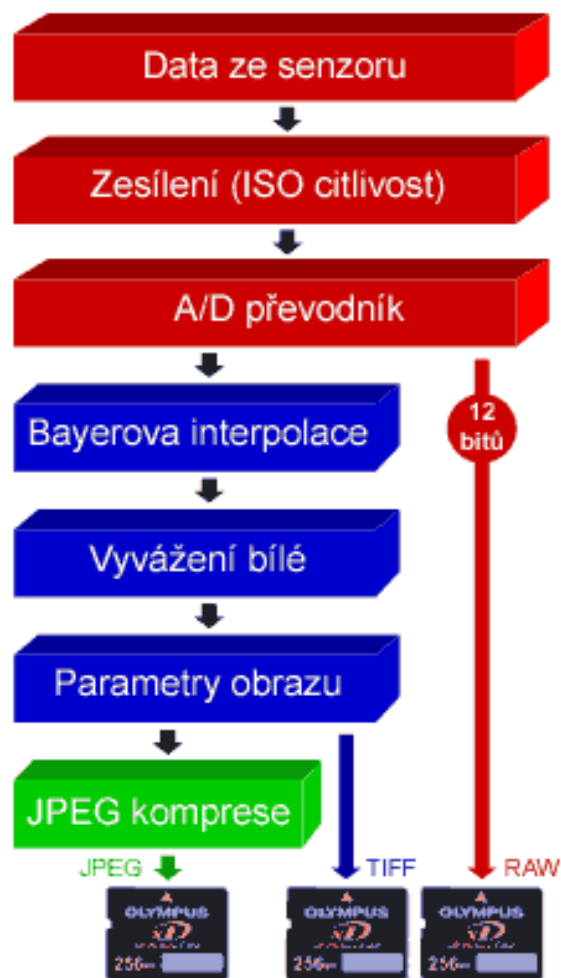
- **TIFF** (Tag Image File Format)

- bez komprese - nejčastěji
- s bezeštrátovou LZW kompresí
- podporuje 24 bitovou barevnou
 - vhodný pro uchování obrazové informace před dalším zpracováním

- **RAW** kvalitnější fotoaparáty pracují i s formátem RAW, to není skutečný grafický formát, ale pouze záznam naměřených hodnot v jistém uspořádání.

Poznámka:

Některé DF používají svůj vlastní formát, ale umožňují transport do jiných, běžně zavedených formátů.



Ukládání do RAW obejde ve fotoaparátu všechny modré a zelené operace, které se provedou až v PC a obvykle i ve vyšší kvalitě (12 bitů). Je to ale náročné na obsluhu, protože každý snímek je nutné v PC ručně na JPEG nebo TIFF "vyvolat".

Z obrázku je patrné, jak probíhá proces přechodu od analogového obrazu, vytvořeného objektivem, až po uložení obrazu v digitální podobě v nějakém formátu do paměťového media.

11.3.1. Dělení digitálních fotoaparátů

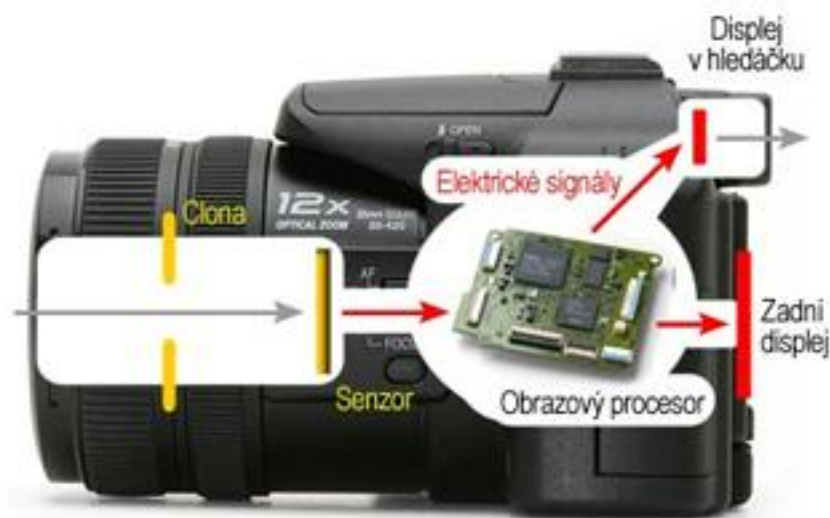
Obecné dělení fotoaparátů jak je uvedeno v kapitole 11.2. zůstává v platnosti, ale pro digitální fotoaparáty si dělení upřesníme kvůli jejich specifikám. Můžeme je dělit do skupin podle různých hledisek, pro nás bude nejdůležitější dělení uvedené ad. d.

- a) **dle celkového rozlišení** : dáno počtem obrazových buněk
obvykle v Mp, někdy počtem buněk

- b) dle metody snímání :
- skenery
 - jednoprůchodové
 - tříprůchodové
 - jednočipové přístroje s barevným mozaikovým filtrem (Bayerovo schema)
 - jednočipové přístroje s opakovanou expozicí (možno i jako náhrada tříčipových)

- c) pro koho jsou určeny**
- amatérské
 - poloprofesionální
 - profesionální

- d) dle konstrukce**
- **kompakty**
 - **klasické digitální zrcadlovky (DSLR)**
 - **elektronické zrcadlovky (DSLR like)** , někdy též řazené do skupiny kompakťů
 - **hybridní** (bezzrcadlovky, kompakty s výměnnými objektivy)



Obr.11.14. Řez kompaktem s EVF hledáčkem



Obr. 11.15. Řez DSLR kamerou při měření a zaostřování



Obr.11.16. Řez DSLR kamerou při expozici

11.3.2. Parametry digitálních fotoaparátů

Zde si uvedeme parametry, kterými se jednotlivé přístroje odlišují a které je nutno znát při rozhodování, který fotoaparát použít pro jednotlivé žánry fotografické tvorby.

- **údaj o použitém snímači** (CCD, CMOS, Foveon, ...
Rozlišení,
Barevná mozaika , obvykle RGBG, může být i jiná
 - **rozsah citlivostí** (ISO ...)
 - **paměť** (vnitřní paměť, typ flash paměťové karty)
 - **formáty obrazových souborů** (JPEG,TIFF, RAW, ...
Video MPEG, ...
 - **režimy focení** (plná automatika, poloautomatika,
manuál,
přeprogramované motivové snímání)
 - **objektiv** Pevná ohnisková vzdálenost, resp. (fix focus)
Zoom , jeho rozsah
Světelnost
Režim makro
Stabilizace
 - **metoda zaostřování** ,automatické aktivní,pasivní, možnost manuálního ostření
 - **závěrka** typ (mechanická,elektronická, smíšená), rozsah expozičních časů
 - **clona** rozsah clonových čísel, počet lamel clony
- Poznámka:*
u kompaktních může být clona a závěrka sdružena do jednoho mechanismu
- **hledáček** optický průhledový
elektronický EVF
pravá zrcadlovka
 - **náhledový LCD displej** , jeho velikost, počet pixelů, zda je odklopitelný
 - **stavový displej** (zrcadlovky)
 - **expozice** (A, S,P, M, auto, ...
Korekce EV , rozsah, jemnost nastavení
Bracketing ,kolik má stupňů, jemnost nastavení
Histogram , zda pouze jasový, nebo i pro jednotlivé kanály R,G,B
 - **sekvenční snímání**, rychlost, počet snímků
 - **režim video**, rozlišení, sekvence
 - **digitální zoom**
 - **nastavení bílé**, automatické, manuální podle ikonky, podle teploty chromatičnosti
 - **napájení**, baterie, akumulátor, jeho kapacita, možnost síťového adaptéru

- konektory**
- blesk**, směrné číslo, možnosti nastavení
- rozměry a váha**
- **příložený SW**
- příložená flash paměť**
- rozpoznání obličeje**
- rozpoznání úsměvu**
- funkce iA (inteligentní automatika)**, přeprogramované motivové expoziční programy a přístroj si osahá snímanou scénu a sám nastaví vhodný expoziční program
- odolnost vůči vodě, pádu, mrazu,**

11.4. Stereofotografie

Pokud požadujeme, abychom mohli pozorovat fotografovanou scénu prostorově, je nutné pořídit dva snímky s různou úhlovou paralaxou . Je toho možno docílit dvěma způsoby.

Lze pořídit **dva snímky klasickým fotoaparátem** tak, že po prvním snímku fotoaparát vodorovně posuneme o jistou bázi (obvykle jako oční rozestup, čili asi 65 mm, bude-li posun větší, zvětší se i vnímání prostoru).

Již brzy po vzniku fotografie jako metody záznamu obrazové informace byly konstruovány **speciální fotoaparáty se dvěma objektivy**, které oba snímky zhotovily naráz, což umožňovalo snímat i nestacionální scény.

Tyto dvě fotografie je nutno pozorovat speciálním **stereoskopem**.



Obr.11.17. Stereofotoaparát

Poznámka: Dnes začíná nastupovat tzv. 3D zobrazování, hlavně v televizní technice, ale tam se používají jiné zobrazovací a pozorovací metody.

