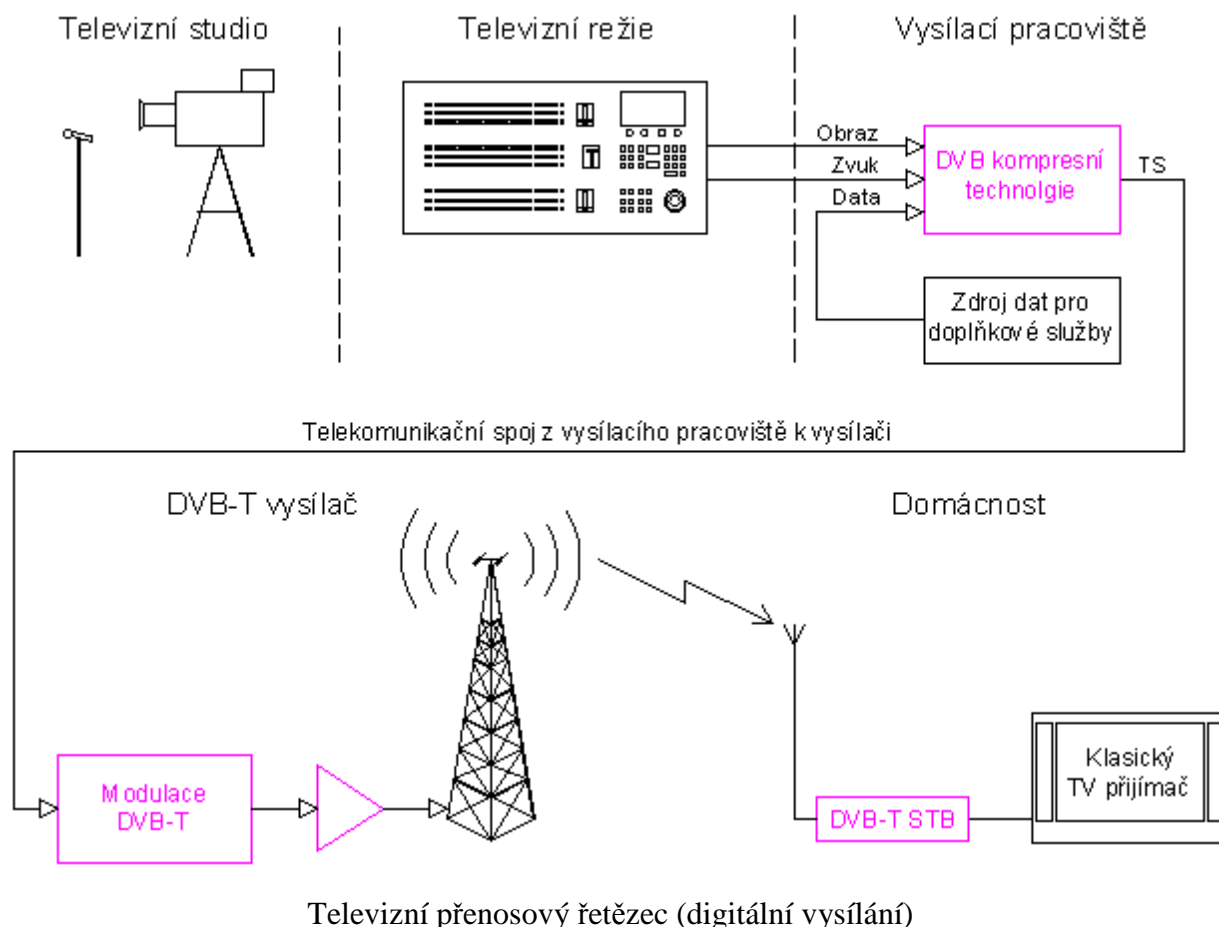


STŘEDNÍ ŠKOLA, HAVÍŘOV-ŠUMBARK, SÝKOROVA 1/613
příspěvková organizace

TELEVIZNÍ PŘENOSOVÝ ŘETĚZEC

Ing. Pavel Chmiel, Ph.D., Ing. Tomáš Kostka, Ing. Eva Navrátilová

Televizní přenosový řetězec zajišťuje vytvoření, přenos a zpracování *televizního signálu* (obraz, zvuk, data) na určitou vzdálenost po vedení (metalický, optický kabel) nebo pomocí elektromagnetických vln.



První pravidelné televizní vysílání na světě bylo 2. 2. 1936 ve Velké Británii. Tehdejší Československo zahájilo pravidelné vysílání 1. 5. 1953. jednalo se výhradně o analogové televizní vysílání.

1 Rozdělení televizního vysílání

1) Podle druhu televizního signálu

- *Analogové*
- *Digitální*

2) Podle poskytovatele

- **Veřejnoprávní** – vysílání zajišťují veřejnoprávní subjekty, v ČR se jedná o Českou televizi a její stanice (ČT1, ČT2, ČT24, ČT4 Sport)
- **Soukromé** – vysílání zajišťují soukromé subjekty (společnosti). V ČR celoplošně vysílají např. stanice NOVA (provozuje společnost CET21) a Prima (vlastníkem je společnost FTV Prima, spol. s r. o. + společnost MTG), existují také regionální, např.: RTA (Regionální televizní agentura)

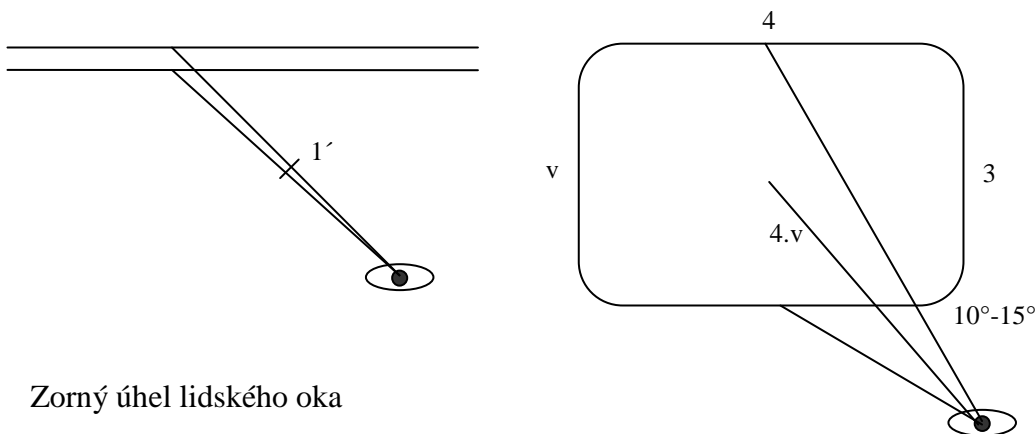
3) Podle způsobu přenosu

- **Pozemní** – TV signál se šíří pomocí pozemních (terestrických) vysílačů
- **Kabelové** – TV signál se šíří pomocí optického kabelu, zpravidla se šíří všechny veřejnoprávní stanice + vybrané soukromé stanice. Přenos TV signálu bývá spojen s dalšími službami, např.: rozhlasové vysílání, datové služby sítě internet, atd.
- **Satelitní** – TV signál se šíří pomocí telekomunikačních geostacionárních družic umístěných na oběžné dráze kolem Země
- **Internetová televize** – televizní vysílání se šíří pomocí celosvětové sítě internet. Ke sledování je potřeba počítač s rychlým připojením k internetu a prohlížeč webových stránek k on-line prohlížení videa uloženého na serveru.
- **Průmyslová televize** – televizní vysílání v rámci určitého vymezeného prostoru, nejčastěji z důvodu ostrahy osob a majetku nebo z důvodu centrálního řízení technologického procesu v provozu
- **IPTV (Internet Protocol Television)** – televize přes internetový protokol, služby digitální televize jsou šířeny prostřednictvím IP protokolu přes vysokorychlostní počítačové sítě (především optické připojení). Službu je nutné aktivovat u poskytovatele připojení k internetu, pokud ji nabízí (v našem regionu např. společnost PODA či OVANET). Ke sledování je nutný set-top box propojený s televizním přijímačem.

2 Princip televize

2.1 Zrakový vjem

Princip televize je založen na nedokonalých vlastnostech lidského oka. Jednou z nich je rozlišovací schopnost oka, tzv. **zorný úhel**, což je úhel, pod kterým lze ještě rozeznat dva samostatné body ležící těsně vedle sebe. Tento úhel je u zdravého oka 1 minuta. Ze vzdálenosti 1 m může oko rozeznat dva body vzdálené od sebe 0,3 mm.



Zorný úhel lidského oka

Další vlastnosti lidského oka je **setrvačnost**. Zrakový vjem světelného podnětu na sítnici v oku trvá po určitou dobu, i když příčina podnětu již zanikla¹. Proto obraz složený z bodů a snímků vnímá oko jako celistvou svítící plochu.

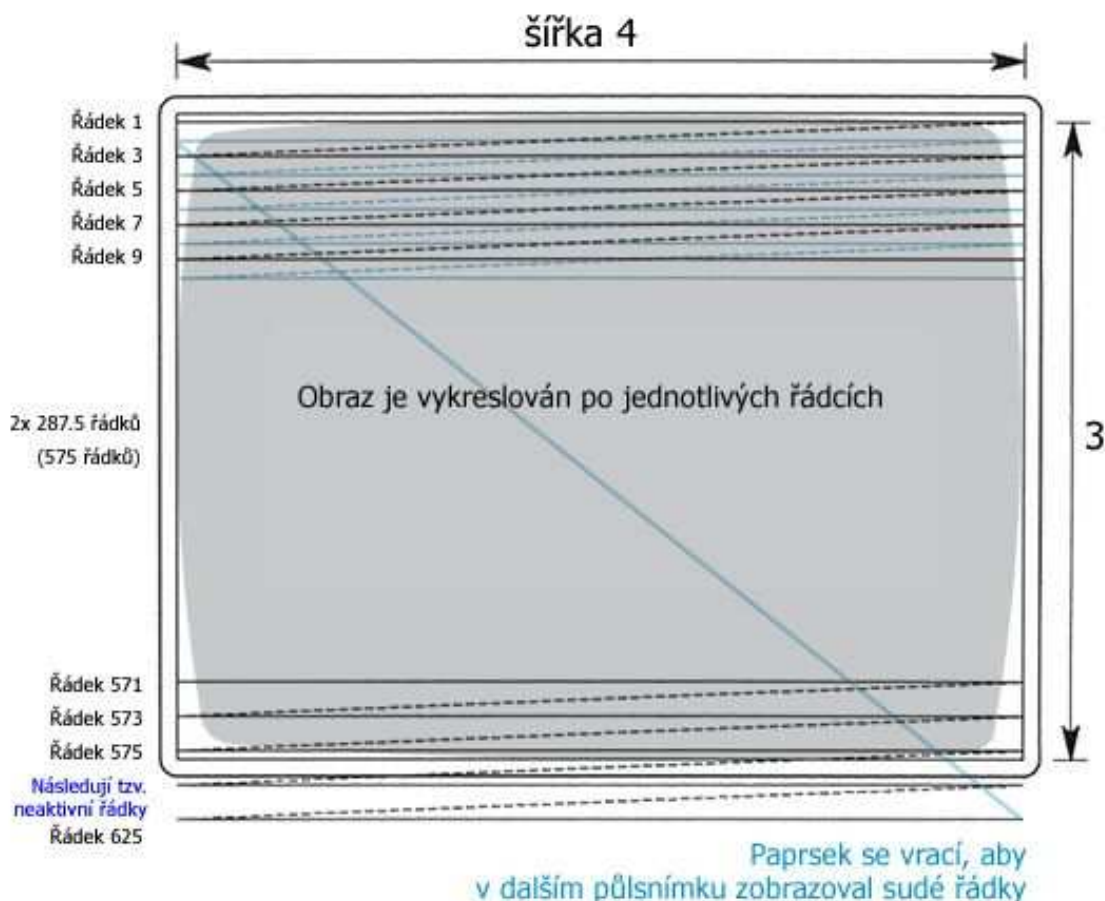
¹ Příklad: Výboj blesku trvá méně než 0,0001 sekundy, ale jeho klikatou čáru na obloze vidíme mnohem déle.

2.2 Rozklad obrazu

Pohyblivý obraz na televizní obrazovce je tvořen rychle se střídajícími nepohyblivými (statickými) snímky, které jsou složeny z přesně definovaného počtu obrazových bodů uspořádaných do stanoveného počtu řádků (určeno televizní normou).

Počet řádků je volen tak, aby lidské oko řádky nerozeznalo. Evropská televizní norma zvolila **625 řádků**. Při poměru obrazovky **4:3** (šířka : výška) je jeden řádek tvořen celkem ze $(4/3) \times 625 = 832$ bodů. Na celou obrazovku tedy připadne 832×625 bodů přibližně **520 000** obrazových bodů. Viditelných je však pouze **576 řádků** (rozlišení 720×576) a zbytek slouží pro synchronizaci a přenos textových informací (teletext).

Bylo zjištěno, že lidské oko svou setrvačností vnímá řadu statických obrázků jako pohyb při 24 obrázcích za sekundu, ale přerušované světelné vjemy přestává vnímat, je-li jejich počet větší než 45 vjemů za sekundu. Televizní norma stanovuje **25 celých snímků** přenesených za **1 sekundu**. U televizního vysílání se snímek nepřenáší najednou, ale po jednotlivých řádcích a ty pak po jednotlivých bodech. Abychom nevnímali přerušovaný světelný vjem (rušivé „blikání“ obrazu), rozděluje se snímek na liché a sudé půlsnímky.



Nejdříve se vykreslí všechny liché řádky snímku a sudé řádky se nevykreslují. Poté se vykreslují sudé řádky snímku a zase se nevykreslují liché řádky. Zvýší se frekvence zobrazování na dvojnásobek, tedy na **50 Hz** (evropská TV norma). Tomuto režimu se říká **prokládání**. Jelikož se sousední řádky jen velmi málo odlišují, lidské oko vnímá obrazovou informaci již při vykreslení půlsnímku (viz následující obrázek):



lichý půlsnímek

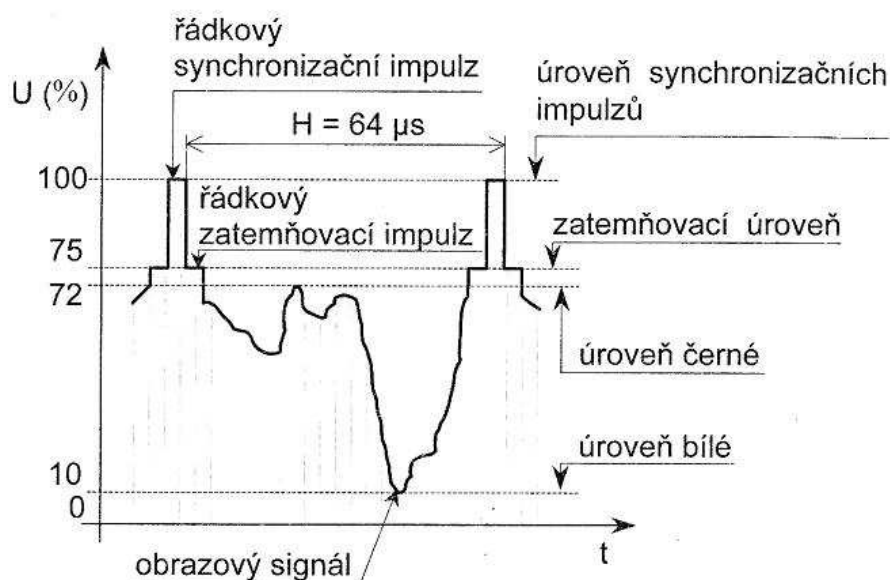


sudý půlsnímek

2.3 Úplný obrazový signál

Na vysílací straně se snímek přenáší postupně tak, že se rozloží na určitý počet řádků, každý řádek obsahuje přesný počet obrazových bodů. Světelná informace každého obrazového bodu je reprezentována určitou **barvou** (RGB model²) a **jasem**. Tyto informace se převedou na elektrický signál (elektrické napětí) pomocí snímače, který je součástí kamery.

Aby na přijímací straně došlo ke správnému složení (tzv. rekonstrukci) obrazu z jednotlivých bodů a následně řádků, jsou obrazové informace doplněny synchronizačními značkami (impulzy). Jedná-li se o digitální televizní vysílání, převede se každá elementární obrazová informace (jas, barva každého bodu) na binární číslo složené z jednotlivých bitů (log.0 a log.1), každý bit je vyjádřen 2 stavy napětí.



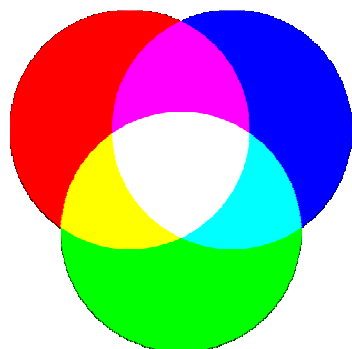
Průběh úplného obrazového signálu v jednom řádku

² RGB model = jakoukoliv barvu lze rozložit na tři základní složky (červená, zelená, modrá) určité intenzity

2.4 Barevný vjem obrazu

Viditelné světlo je elektromagnetické vlnění s vlnovým rozsahem 380 až 750 nm. Každé vlnové délce odpovídá určitá barva světla – barevné spektrum. Předměty se jeví v barvě světla, kterou odrážejí. Tato barva je vstupní veličinou barevného obrazového signálu. Vzájemným mícháním barev barevného spektra můžeme získat všechny barevné tóny a odstíny, které se v přírodě vyskytují.

Barevná televize vychází z trojbarevné podstaty barevného vidění: jakoukoliv barvu lze vytvořit smísením tří vhodně zvolených barevných světél. Pro přenos BTV se používá tzv. RGB barevný model:



R (Red) – červená

G (Green) – zelená

B (Blue) – modrá

Bílé světlo je dáno tímto poměrem barev: **30% R, 59% G, 11% B**. Poměr je dán citlivostí oka, oko je nejcitlivější na zelenou barvu. Aditivním mícháním barev RGB získáme všechny ostatní barvy.

BTV musí přenést tři signály základních barev jako napět'ové signály:

- červená – U_R
- zelená – U_G
- modrá – U_B

Z těchto signálů lze vytvořit jasový signál U_Y pro šedou a bílou barvu s ohledem na různou citlivost lidského oka takto:

$$U_Y = 0,3U_R + 0,59U_G + 0,11U_B.$$

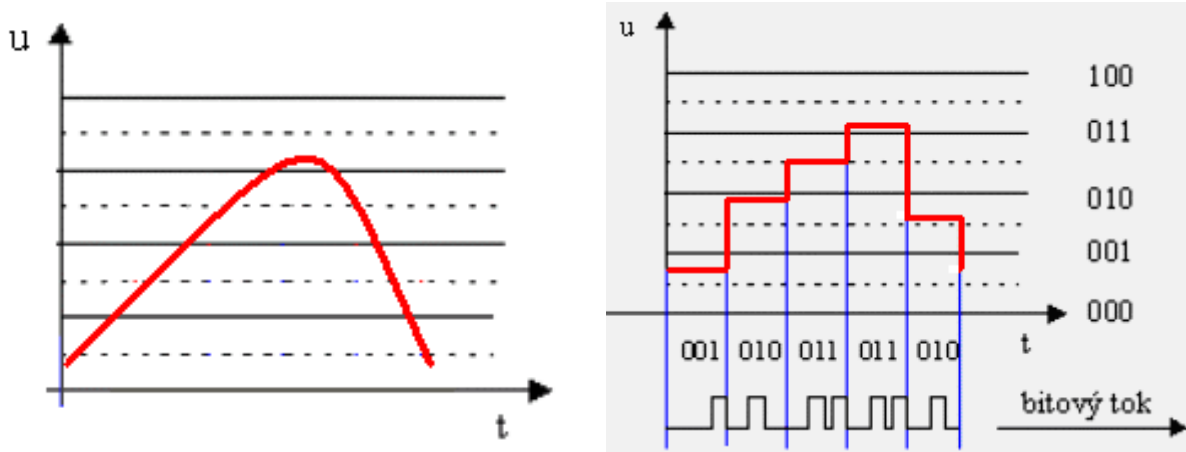
Černobílá TV (ČBTV) přenáší pouze jedinou světelnou informaci, a to je jasový signál U_Y . Jeho přenášením je zajištěna slučitelnost BTV s ČBTV. U BTV se společně s jasovým signálem přenášejí dva rozdílové barvonosné signály $U_R - U_Y$, $U_B - U_Y$. Z těchto signálů TV přijímač dopočítává signály s napět'ovou úrovní, které odpovídají třem základním barvám.

3 Televizní signál

TV signál je signál složený a je tvořen *úplným obrazovým signálem*, *zvukovým signálem* a *doplňkovými informacemi* (teletext, data). Tyto informace jsou převáděny do podoby spojitého (analogového) elektrického napětí. Signál je zesílen a následně je jím modulován nosný signál.

3.1 Digitalizace televizního signálu

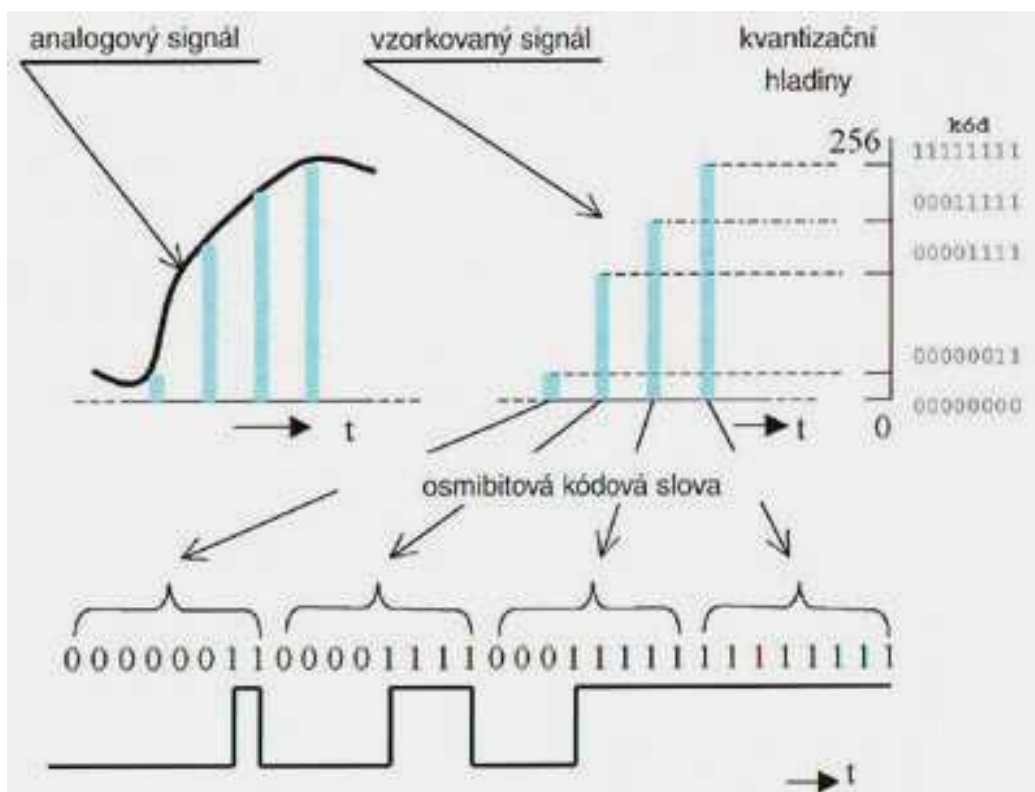
V případě digitálního televizního vysílání je každá přenášená informace v podobě spojitého elektrického napětí vzorkována, tzn. je zjišťována (měřena) hodnota napětí v pravidelných časových intervalech. Naměřené hodnoty napětí jsou vyjádřeny pomocí binárního čísla - posloupnost bitů log.0, log.1, v podobě dvou hodnot napětí.



analogový signál

kódování (digitalizace) signálu

V televizní technice se v případě kódování obrazové informace používá 8 bitového kódování. To znamená, že každou složku základních barev (R,G,B = červená, zelená, modrá), ze kterých se míchá výsledná barva, lze vyjádřit v $2^8 = 256$ odstínech. Vytváří se obraz s 24 bitovou hloubkou barev ($3 * 8$ bitů = 24 bitů), což umožňuje u každého obrazového bodu vytvořit celkem $2^{24} = 16,7$ milionů odstínů barev. Víc zdravé lidské oko za běžných světelných podmínek stejně nedokáže odlišit.



4 Televizní normy

Televizní norma je souhrn *standardů* pro kódování a přenos televizního signálu. Norma mimo jiné stanovuje:

- Počet řádků tvořících snímek
- počet snímků promítaných za 1 sekundu
- Druh modulace a kmitočet nosné vlny pro přenos TV signálu (obraz, zvuk, data)
- Šířku televizního kanálu
- Způsob přenosu barevné složky obrazového signálu
- Tvar a dobu trvání synchronizačních impulsů
- Kódování televizního signálu, atd.

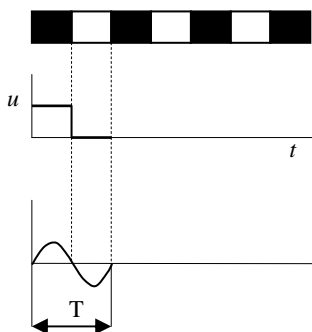
4.1 Analogové vysílání

Tato norma vznikla ještě v době, kdy televizní přijímače obsahovaly výhradně CRT obrazovku (postupné vykreslování obrazu pomocí vychylovaného elektronového paprsku). Z této televizní normy vychází také současná norma pro standardní digitální televizní vysílání.

počet řádků	625 (576 viditelných)
pulsnímkový kmitočet	50 Hz
snímkový kmitočet	25 Hz
řádková frekvence	$25 \times 625 = 15625 \text{ Hz}$ ($\text{Hz} = \text{s}^{-1} \approx \text{za sekundu}$)
doba trvání jednoho řádku	$1/15625 = 64 \mu\text{s}$
Poměr šířky k výšce TV obrazu	š:v = 4:3
Jeden snímek obsahuje bodů	$625 \times (4/3) \times 625 = 520\,833$ bodů

Při snímkové frekvenci 25 Hz se za jednu sekundu přenesou $25 \times 520\,833 = 13 \times 10^6$ bodů.

Maximální kmitočet obrazového signálu je stanoven z mezního případu – pravidelného střídání černého a bílého bodu:



Při změně jasu černá-bílá se mění napětí U_{max} na 0

Tomu odpovídá jedna perioda střídavého signálu

maximální obrazový kmitočet

$$f_{\max} = \frac{1}{2} \cdot 13 \cdot 10^6 = 6,5 \text{ MHz}$$

Nosný signál zvuku má frekvenci o 6,5 MHz vyšší než nosná vlna obrazu.

Šířka pásma vyhrazena pro 1 TV kanál (obraz + zvuk + rezerva) je 8 MHz.

Pro modulaci nosného signálu úplným obrazovým signálem se používá *inverzní amplitudová modulace* (bílé barvě odpovídá minimální napětí, černé barvě maximální napětí). Pro modulaci nosného signálu audio signálem se používá *frekvenční modulace*.

Teletext, tedy textové informace, jsou šířeny v rámci úplného obrazového signálu. Každá teletextová stránka obsahuje 25 řádků po 40 znacích na řádku.

První řádek teletextové stránky je používán jako hlavička, která obsahuje číslo stránky, název provozovatele a informaci o datu a čase. Řádky 2 až 24 se používají pro zápis informací, které uživatel vidí na obrazovce svého televizního přijímače.

Způsob přenosu barevného obrazu (přenos jasového signálu + dvou barvonosných složek), včetně parametrů (rozlišení) a kódování obrazu určuje tzv. *přenosová soustava* (PAL, SECAM, NTSC). Česká republika používá přenosovou soustavu PAL.

4.2 Digitální televizní vysílání

V Evropě byl vytvořen standard pro digitální televizní a rozhlasové vysílání **DVB** (Digital Video Broadcasting).

V systému digitálního vysílání je televizní obraz a jeho zvukový doprovod digitalizován, komprimován - standard MPEG-2, popřípadě MPEG-4 (H.264) a spolu s přidruženými datovými službami je přenášen společným datovým kanálem - *digitální multiplex*. Tento multiplex může obsahovat několik televizních programů, rozhlasových programů a doplňkové datové služby (např. EPG). Komprimace, tedy zmenšení datového toku při zachování kvality přenášených informací, se provádí s ohledem na šířku televizního kanálu (přidělené frekvenční pásmo). Digitální vysílání je více odolné vůči rušení než analogové.

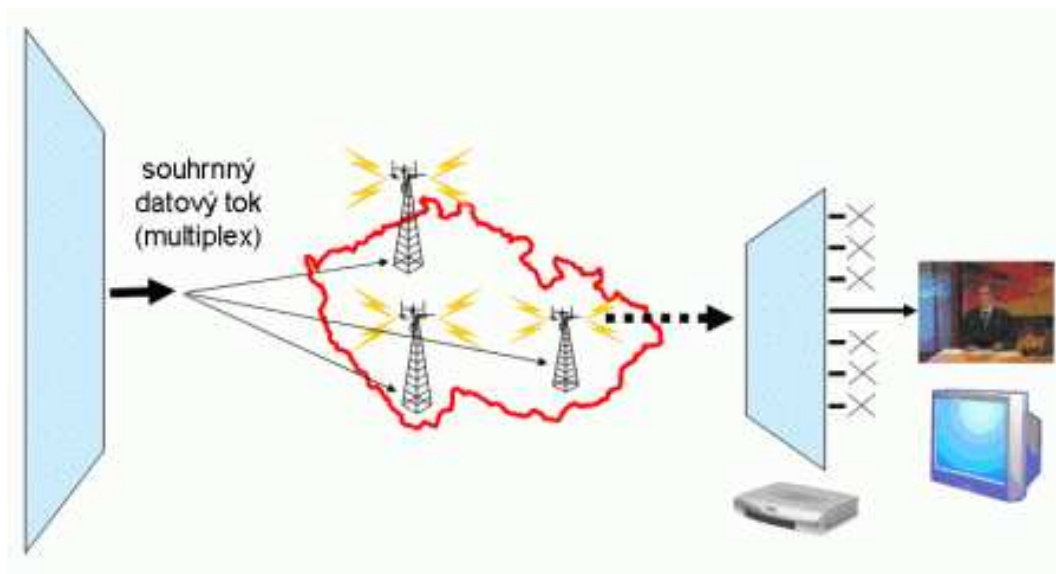
EPG (Electronic Program Guide) - Elektronický programový průvodce. Služba nabízející divákovi přehled rozhlasových a TV pořadů jednotlivých stanic v rámci multiplexu až na několik dní dopředu. U většiny pořadů si lze zobrazit krátký popis.

Pro přenos digitálního televizního signálu se využívá *vícestavové digitální modulace*. Pokud bychom měli k dispozici pouze 2 stavy, přenesli bychom v jeden okamžik informaci pouze o 1 bitu. Mále-li k dispozici více stavů (4, 16, 64 stavů), lze v jednom okamžiku přenést vícebitovou informaci, tzv. symbol. Vícestavová modulace je však méně odolná vůči rušení.

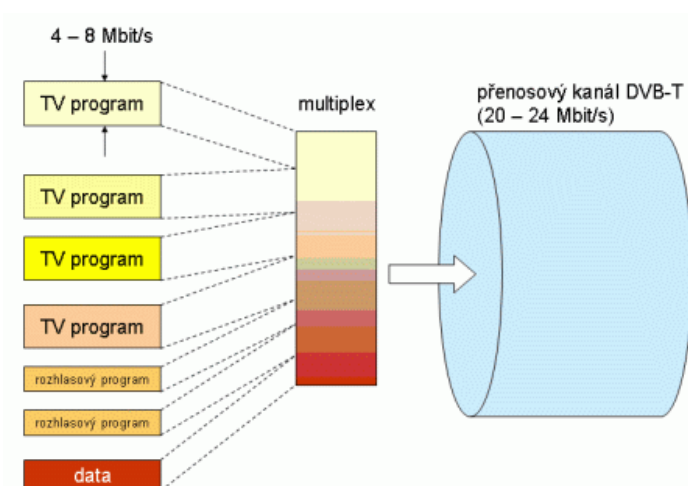
Standard DVB popisuje následující specifikace podle způsobu přenosu digitálního signálu:

1. DVB-T (T – Terrestrial, pozemní televizní vysílání)

Souhrnný datový tok (multiplex) je dopravován do sítě pozemních vysílačů, které zajišťují jeho vlastní přenos ke koncovému uživateli.



Souhrnný datový tok (multiplex), do kterého jsou jednotlivé programy (v digitální podobě) slučovány, a v rámci kterého jsou přenášeny až ke koncovému příjemci, může mít jen omezenou velikost. Ta je dána zejména šířkou frekvenčního pásma, která je pro něj vyhrazena. Pro pozemní digitální televizní vysílání (DVB-T) se používá stejná šíře televizního kanálu jako pro analogové televizní vysílání, tedy **8 MHz** (přenosová rychlost až **24 Mbit/s**).

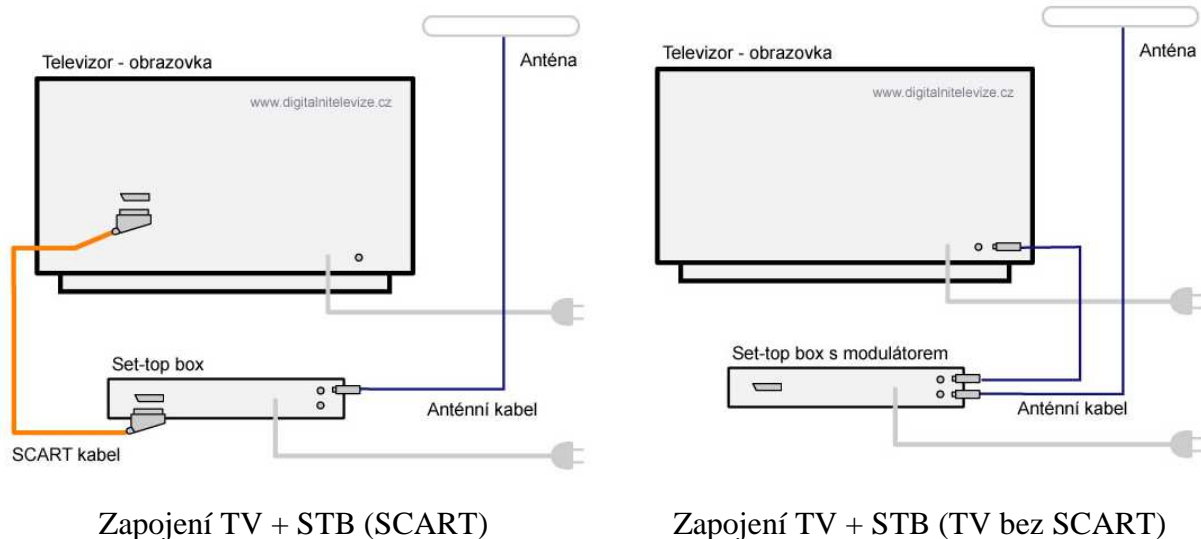


Počet televizních a rozhlasových programů, které se vejdu do jednoho multiplexu stejně jako objem přidávaných dat pro doprovodné služby a aplikace je možné navolit. Tato volba je vždy určitým kompromisem mezi snahou umístit do multiplexu co nejvíce obsahu a požadavky na kvalitu jednotlivých programů.

Provozovatelé multiplexu mohou volit různé strategie. Lze například dát přednost TV programům, a minimalizovat další obsah (rozhlasové programy, datové služby a aplikace), nebo naopak dát více prostoru datovým službám, na úkor televizních a rozhlasových programů.

Prostor, vyhrazený pro jednotlivé složky (TV a R programy, data) multiplexu, se může měnit podle potřeby i během vysílání. Je například možné, aby jeden televizní program, který právě potřebuje přenášet nějakou detailní scénu, získal pro příslušný časový interval větší kapacitu, na úkor jiného programu, který právě nepotřebuje přenášet tolik obrazových detailů. Tomu se říká *statistický multiplex*.

Koncový příjemce (divák) musí vlastnit televizní přijímač se zabudovaným digitálním tunerem. Ke staršímu televiznímu přijímači je nutné připojit set-top-box. **Set-top-box** se zapojuje mezi anténu a TV přijímač. Propojení je většinou řešeno prostřednictvím konektoru SCART. Pokud TV přijímač není vybaven SCART konektorem, je potřeba set-top-box s modulátorem, který se propojí s TV přijímačem pomocí anténního kabelu. Úkolem set-top-boxu je vybrat jednotlivá zkomprimovaná, digitální data (v tomto případě televizní a rozhlasové programy a další doplňkové služby) z multiplexu a převést je do analogové podoby.



Druhy set-top-boxů:

- Standardní - nabízí jednoduchý příjem digitálního televizního signálu a další základní funkce jako EPG (elektronický programový průvodce), příjem rozhlasového vysílání a teletextu.
- PVR (Personal Video Recorder) – má navíc zabudovaný pevný disk. Umožňuje nahrávat programy na tento pevný disk a později jej přehrát v naprosto stejné kvalitě (ta se dalším přehráváním nesnižuje).

Set-top-boxy mohou být dále vybaveny:

- 2 DVB-T tunery, což umožňuje např. sledování TV pořadu na jednom kanále a souběžně nahrávání pořadu na jiném kanále
- čtečkou paměťových karet a USB rozhraním, což umožňuje přehrávání fotografií či videa uložených na paměťové kartě, externím flash disku či HDD. Některé modely mají navíc možnost záznamu TV pořadu na tato externí paměťová média.
- CI rozhraním – CI (Common Interface) je rozhraní, které umožňuje vložení dekódovací karty pro sledování pořadů na placených kanálech. U set-top-boxů umožňujících příjem pozemního digitálního vysílání (DVB-T) se v současnosti téměř nevyskytuje.
- Síťové rozhraní

Novější standard je **DVB-T2**. Využívá kompresního algoritmu H.264 (MPEG-4) a jedná se o pozemní digitální vysílání ve vysoké kvalitě (HDTV). Systém DVB-T není se systémem DVB-T2 zpětně kompatibilní.

2. DVB-S (S – Satellite, satelitní televizní vysílání)

Signál je šířen prostřednictvím transpondérů (vysílač/přijímač) umístěných na telekomunikačních družicích, které se nacházejí na tzv. geostacionární dráze přibližně 36.000 km nad zemským povrchem. Družice se pohybují stejnou rychlostí jakou se otáčí naše Země a zachovávají si tak stejnou pozici. Trvale tak pokrývají stejnou plochu Země.

Pro příjem je nutný tzv. *satelitní komplet*, který zahrnuje satelitní přijímač a parabolickou anténu s konvertorem. Konvertor neboli LNB (Low Noise Block) se umísťuje na konstrukci parabolické antény. Jedná se o zařízení, které konvertuje, tedy převádí vstupní kmitočty přijímaných signálů z družice v řádu GHz na nižší kmitočty v řádu stovek MHz, které už je schopen satelitní přijímač zpracovat.

Mezi programy, které se přenášejí prostřednictvím družic jsou programy volné (nekódované) a kódované. Kódované programy jsou převážně placené a pro jejich příjem je potřeba vlastnit přijímač pro příjem kódovaných programů a příslušnou dekódovací kartu.

Novější standard je **DVB-S2**. Podobně jako DVB-T2 využívá kompresního algoritmu H.264 (MPEG-4) a jedná se o satelitní digitální vysílání ve vysoké kvalitě (HDTV). DVB-S není se systémem DVB-S2 zpětně kompatibilní.

3. DVB-C (C – Cable, kabelová digitální televize)

Digitální televizní vysílání v sítích kabelové televize. DVB-C používá stejné kompresní algoritmy jako předchozí systémy, tedy MPEG-2 pro digitální vysílání se standardním rozlišením a MPEG-4 pro digitální vysílání ve vysoké kvalitě obrazu a zvuku (HDTV).

Kabelová televize umožňuje příjem až několika set programů v závislosti na nabídce provozovatele, většinou ve velmi dobré kvalitě. Mnozí operátoři kabelové televize také nabízejí připojení k internetu a telefonování přes kabelovou přípojku.

Všechny služby kabelových televizí jsou placené formou měsíčního paušálu. Divák má možnost vybírat si z několika balíčků, případně připlácet si další služby jako je připojení k internetu nebo telefonování.

Pro příjem digitálního vysílání je nutný set-top-box označený DVB-C. Tento set-top-box se většinou kupuje či pronajímá u provozovatele v rámci objednané služby.

4. DVB-H (H – Handhelds, digitální televize pro přenosná zařízení)

DVB-H je standard pozemního digitálního vysílání pro příjem prostřednictvím mobilních telefonů a PDA ze standardních pozemních televizních vysílačů bez účasti mobilní sítě (GSM, UMTS).

DVB-H je navržen tak, aby se při příjmu televizního signálu prostřednictvím mobilních zařízení co nejvíce šetřilo elektrickou energií odebíranou z akumulátoru. Mobilní zařízení mají navíc menší rozlišení displeje v porovnání s televizní obrazovkou a tudíž není nutné přenášet tak velké datové toky jako v případě DVB-T.

V české republice se v současnosti provádí pouze experimentálních vysílání. Spuštění pro veřejnost však závisí na udělení licencí televizním programům. Pro rozvoj této služby je také důležitá dostupnost vhodných mobilních zařízení s podporou DVB-H.

5. IPTV

IPTV je digitální televizní vysílání, které používá pro svůj přenos vysokorychlostní internetové přípojky, nejčastěji ADSL (vysokorychlostní připojení k internetu prostřednictvím pevné telefonní linky) nebo připojení optickými kabely.

IPTV nabízí kromě široké nabídky televizních programů také dodatečné služby, jako je:

- elektronický programový průvodce (EPG)
- placené pořady - Pay Per View (PPV)
- video na přání - Video on Demand (VoD)
- nahrávání pořadů - videorekordér (VCR)
- další informační služby podle konkrétní nabídky jednotlivých společností

K využívání služeb IPTV je potřeba set-top-box a v případě přenosu IPTV pomocí ADSL přípojky také ADSL modem. Set-top boxy používané pro IPTV jsou většinou hybridní, tedy podporují také příjem pozemního (DVB-T), satelitního (DVB-S) i kabelového digitálního vysílání (DVB-C).

4.3 Digitální vysílání ve vysokém rozlišení (HDTV)

High-Definition television (HDTV) označuje formát vysílání digitálního televizního signálu s výrazně vyšším rozlišením, než jaké umožňují tradiční formáty (PAL, SECAM, NTSC) včetně kvalitního zvukového doprovodu (Dolby Digital 5.1). HDTV se vysílá výhradně digitálně, a může tak být použita jako jeden z formátů digitální televize DVB. V současné době je HDTV definována pro rozlišení 1080 prokládaných (formát HD Ready) nebo neprokládaných řádků (formát Full HD), případně 720 neprokládaných řádků (formát HD Ready). Poměr stran TV obrazovky je 16:9 (širokoúhlý formát).

720p

Obraz 720p je rozdělen na 720 řádků zobrazovaných neprokládaně (p = progressive scan, tedy neprokládaný obraz). Všechny řádky jsou u snímku přenášeny najednou. To znamená, že snímek je složen z 0,92 milionu obrazových bodů (rozlišení 1280 × 720). Poměr stran obrazu je 16:9. televizní přijímače schopné přejímat tento formát obrazu jsou označeny logem „HD Ready“.

1080i

Obraz 1080i je rozdělen 1080 řádků, avšak na rozdíl od standardu 720p zobrazuje sudé a liché řádky zvlášť (zobrazí-li 720p 25 snímků za vteřinu, 1080i za stejnou dobu 50 půlsnímků, tedy 25 snímků na lichém řádku, a 25 snímků na sudém řádku). Snímek je složen z 1,04 milionů obrazových bodů (rozlišení 1920 × 1080). Písmenko i značí interlaced, tedy prokládaný obraz (nejprve vykreslení lichých řádků, poté sudých).

1080p

Nejkvalitnější zobrazovací mód standardu HDTV. Obraz je vykreslován stejně jako u standardu 720p neprokládaně, tedy všechny řádky jsou přenášeny najednou. Rozlišení obrazu je 1920 × 1080 bodů a poměr stran 16:9. Jeden snímek se skládá z 2,07 milionů obrazových bodů. Televizní přijímače schopné zobrazovat standard 1080p jsou označovány logem „Full HD“. Jelikož se jedná o velký objem dat, signál je do TV přijímače přenášen pomocí digitálního rozhraní HDMI.

Rozdíl mezi 1080i a 1080p není lidským okem téměř postřehnutelný.

4.4 MHP – doplňkové datové služby

MHP (Multimedia Home Platform) je standard, na němž jsou postaveny téměř všechny doplňkové služby digitálního televizního vysílání, především nejrozumnější (interaktivní) multimediální aplikace (jazyk Java).

Přijímače podporující MHP jsou navíc vybaveny integrovaným síťovým rozhraním pro realizaci tzv. *zpětného datového kanálu* (od diváka k provozovateli) pro interaktivní aplikace

V současné době se můžeme setkat pouze s jedinou doplňkovou datovou službou v rámci digitálního televizního vysílání a tou je EPG - elektronicky programový průvodce (rok 2010). Tato služba nevyžaduje existenci zpětného datového kanálu.

Z připravovaných datových služeb: online hlasování v pořadu, online nakupování, home banking, výběr kamery u sportovních přenosů, interaktivní hry, prohlížení webových stránek, plně grafický teletext – superteletext, Pay Per View, Video On Demand, apod.).

Pay Per View - U placených pořadů je představa taková, že v rámci souhrnného toku DVB-T bude určitý pořad vysílán opakovaně (pořád dokola), a divák si skrze zpětný kanál (využívaný obousměrně) vyžádá údaje potřebné k jeho dekodování a zaplatí za něj. Pak může příslušný pořad buď sledovat přímo (jako stream), nebo si jej nahrát na lokální disk a shlédnout později, případně vícekrát – podle toho, jaká práva si koupil.

Video on Demand – Služba „Video On Demand“ (video na přání) umožní divákovi sestavit si vlastní program. Pokud volí v rámci vysílaného datového toku, mohou to být krátké videosekvence, např. opakované záběry při sledování sportovních utkání. Objemnější a specifitější obsah (celé televizní pořady nebo celovečerní filmy) pak bude přenášen pomocí zpětného kanálu pouze k divákovi, který si je zvolil.

4.5 Vlastnosti analogového a digitálního vysílání

U *analogového vysílání* určitá veličina rádiového signálu (amplituda, kmitočet) plynule sleduje změny příslušného parametru obrazu a zvuku (např. jas, barvu, hlasitost apod.).

Dosud běžně používané pozemní analogové vysílání má určité nevýhody:

- jeden program zabírá poměrně velkou část kmitočtového spektra (8 MHz) – počet vysílacích stanic je tedy značně omezen
- rušení signálu z jiných zdrojů, elektromagnetickými poruchami v atmosféře, apod. Nízká kvalita signálu se projevuje „zrněním“ obrazu, obrazová informace je však stále čitelná..
- mnohacestné šíření - signál se dostává k přijímací anténě několika různými cestami (odrazy od překážek). V takovém případě je zvuk zřetelně zkreslen a obraz je znehodnocen tzv. „duchy“, je neostrý a objevují se i poruchy barevného podání.
- V rámci analogového televizního vysílání se přenáší pouze TV signál (obraz, zvuk, teletext). Nejsou podporovány doplňkové datové služby.
- Nepodporuje šíření TV vysílání ve vyšší kvalitě obrazu a zvuku (HDTV) než umožňuje norma PAL, SECAM nebo NTSC.

U *digitálního vysílání* je velikost těchto parametrů v krátkých intervalech změřena (vzorkována), naměřené hodnoty jsou vyjádřeny binárním číslem. Každému bitu odpovídá určitá úroveň napětí. Digitální TV signál vzniká digitalizací analogového signálu!

Výhody digitálního vysílání:

- V rámci jednoho kmitočtového pásma lze přenášet více TV i rozhlasových pořadů, včetně doplňkových datových služeb.
- Podporuje možnosti nových TV přijímačů, tedy přenos obrazu a zvuku ve vysoké kvalitě (HDTV)
- Digitální vysílání je odolnější vůči rušení než analogové (není však vůči němu imunní)
- Není nutné kupovat nový TV přijímač pro příjem digitálního signálu, lze dokoupit ke stávajícímu přijímači set-top-box.

Nevýhody digitálního vysílání:

- Klesne-li kvalita digitálního TV signálu pod určitou mez, projeví se to „kostičkováním“ až „zamrzáním“ obrazu, ve zvukovém doprovodu jsou patrné zřetelné rušivé fragmenty („pískavý“ přerušovaný zvuk). V mezním případě dochází k úplnému výpadku obrazu, zvuku a datových služeb.
- Kvalitu příjmu může ovlivnit také fakt, že na anténu dopadá signál nejen přímý (z vysílače), ale také signál odražený od různých překážek. Signál se velmi dobře odráží od kovových ploch.

- Kvalita signálu se také odvíjí od míry komprese přenášených dat, na digitální signál má také vliv počasí, kvalita antény pro příjem digitálního TV signálu (především polarizace a zisk antény), citlivost set-top-boxu či digitálního tuneru a vhodný výběr TV přijímače z hlediska parametrů obrazovky (CRT, LCD, Plasma, OLED)

5 Televizní obrazovky

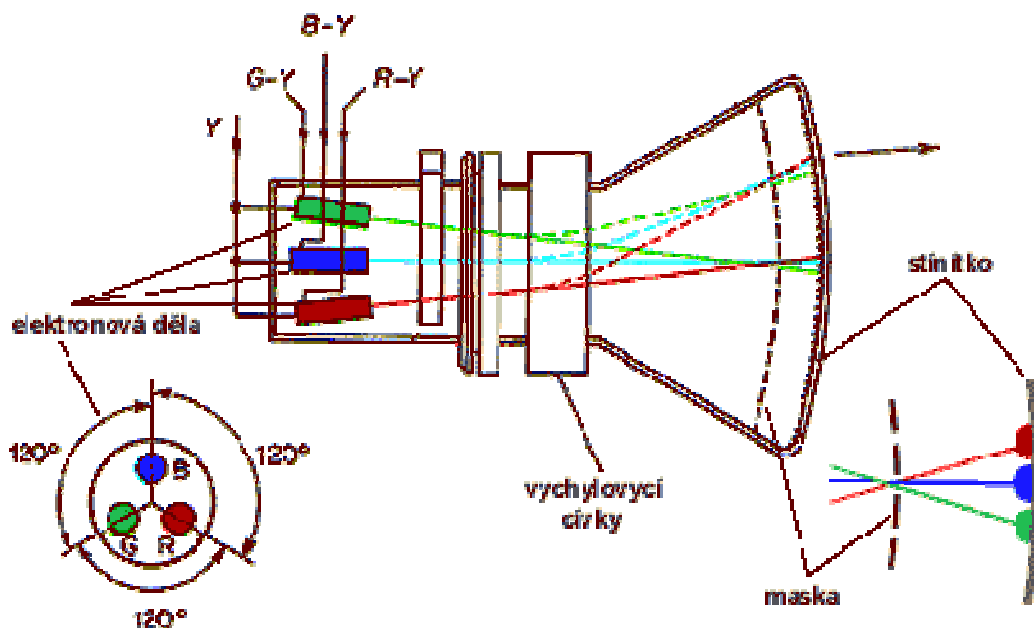
Obrazovka TV přijímače je rozdělena na velké množství obrazových bodů (pixelů) které jsou dále rozděleny na trojice subpixelů. Každý subpixel vyzařuje světlo některé ze základních barev (červené, zelené, modré světlo) určité intenzity. Intenzita záření je úměrná úrovni napětového signálu příslušné barvy. Má-li být určitá část obrazu červená, září nejvíce červené body, ostatní zůstávají tmavé. Ve fialové části obrazu svítí nejvíce body červené a modré, atd.

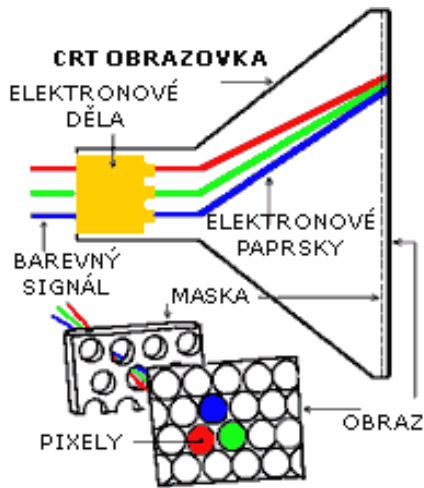
V současné době se setkáváme se těmito typy obrazovek:

- CRT (vakuová obrazovka)
- LCD (podsvícení obrazovky CCFL lampy nebo LED diody)
- plazmová
- OLED (v současné době není příliš rozšířená)

5.1 CRT obrazovka

CRT obrazovka TV přijímače je tvořena velkou elektronkou. Na jedné straně je rozšířena do plochy obrazovky (představuje anodu) a na druhém konci je úzká válcová část s emitorem elektronů tvořená žhavenou katodou (elektronové dělo).





Na vnitřní straně obrazovky je luminofor. Vyzářuje viditelné světlo o určité vlnové délce (barva světla) po dopadu elektronového svazku. Svazek elektronů musí dopadat na jednotlivé body (resp. trojice RGB subpixelů) přesně. Pokud by se rozsvítilo více sousedních bodů najednou, obraz by byl rozostřen. Proto je mezi obrazovkou a elektronovým dělem mřížka (maska) s přesně rozmístěnými otvory. Celkem je na televizní obrazovce přes 520 000 bodů.

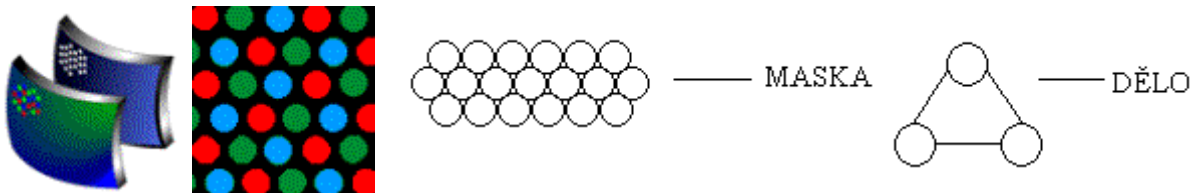
Obrazovka má v zadní části tři žhavené katody, každá pro jednu barvu (tzv. elektronové dělo), ze kterých vylétají elektrony. Elektrony jsou usměrněny do úzkého svazku a urychlovány vysokým napětím. Následně jsou

vychylovacími cívkami "nasměrovány" na požadované místo stínítka. Obraz se na stínítku vytváří postupně po jednotlivých řádcích, za jednu sekundu se na stínítku vystřídá 25 snímků. Dopadem elektronů vyzářuje každý z trojice luminoforů červené, modré nebo zelené světlo a podle intenzity záření vznikne v našem oku výsledný barevný vjem odpovídající barvy.

Provedení masky

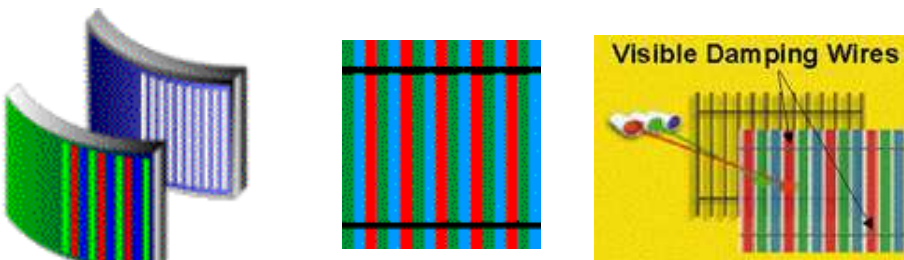
Invar (Delta)

Tři elektronová děla jsou uspořádána do trojúhelníku (tvar řeckého písmene „delta“), maska je tvořena kruhovými otvory. Na okrajích obrazovky dochází ke zkreslování obrazu, které se dá potlačit klenutím obrazovky (vypouklý tvar obrazovky).



Trinitron

Technologii Trinitron vyvinula firma SONY. Nejde o klasickou bodovou mřížku, ale o svisle umístěné drátky, které rozdělují obrazovku do sloupců. Ty jsou dále přirozeně rozděleny do řádků (a tedy jednotlivých bodů) vodorovným pohybem paprsku. Technologie se vyznačuje vyšším jasnem a lepším podáním barev. Trinitronová obrazovka není dokonale rovná, jen oproti invarové obrazovce nemá tvar kulové výseče, ale je spíše válcovitá. Mírnou nevýhodou této technologie je přítomnost jednoho až dvou (dle úhlopříčky obrazovky) vodorovných drátků, které fixují drátky svislé. Jsou jen málo viditelné, ale přesto mohou působit rušivě. Drátky nahrazující masku jsou velmi tenké, a tedy i lehce ovlivnitelné magnetickým polem.



5.2 LCD obrazovka

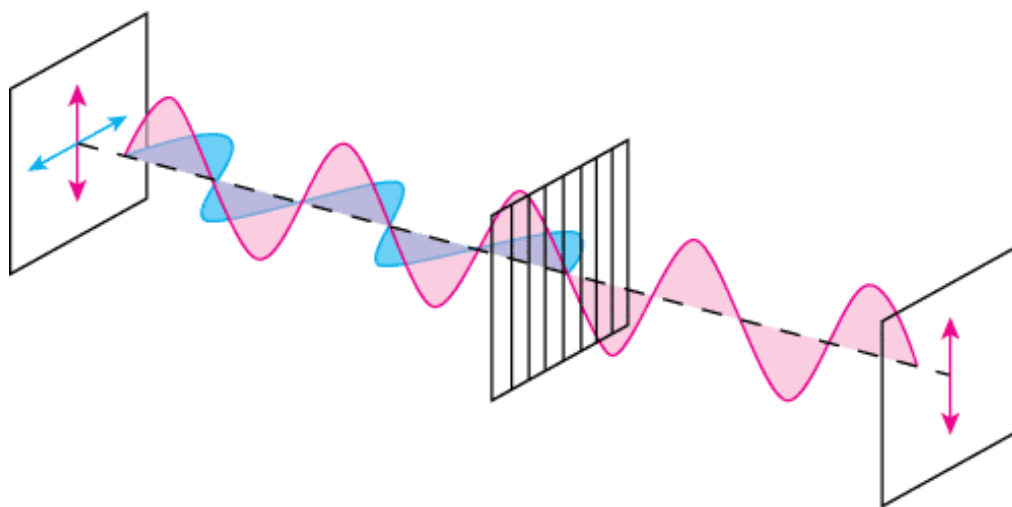
LCD = Liquid Crystal Display (displej z tekutých krystalů)

Takovéto displeje jsou na kalkulačkách, mobilních telefonech a digitálních fotoaparátech, z tekutých krystalů jsou ploché displeje počítačů a obrazovky televizorů.

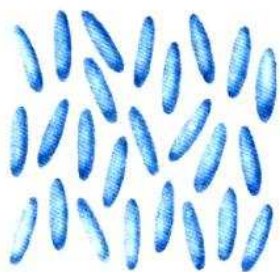
Fyzikální základy:

Světlo chápeme jako elektromagnetické vlnění o určité vlnové délce. Světlo, jehož elektrická složka kmitá stále ve stejném směru (resp. rovině) nazýváme *polarizované světlo*.

Použijeme-li vhodný *polarizační filtr*, lze regulovat množství procházejícího světla. Polarizační filtr si můžeme představit jako „mřížku“, která propustí pouze světlo se shodnou polarizací, jakou má samotná „mřížka“.



Tekutými krystaly se označují takové chemické látky, které pod vlivem elektrického pole (resp. elektrického napětí) mění svoji molekulární strukturu, čímž stáčí rovinu polarizace světla. Při použití vhodných polarizačních filtrů tedy umožňují regulovat množství procházejícího světla. Chovají jako kapalina, ale vykazují optické vlastnosti krystalických látek.



U LCD displejů se využívá tekutých krystalů, které jsou složeny z podlouhlých molekul orientovaných v jednom směru, tzv. *nematické uspořádání* (viz. obrázek).

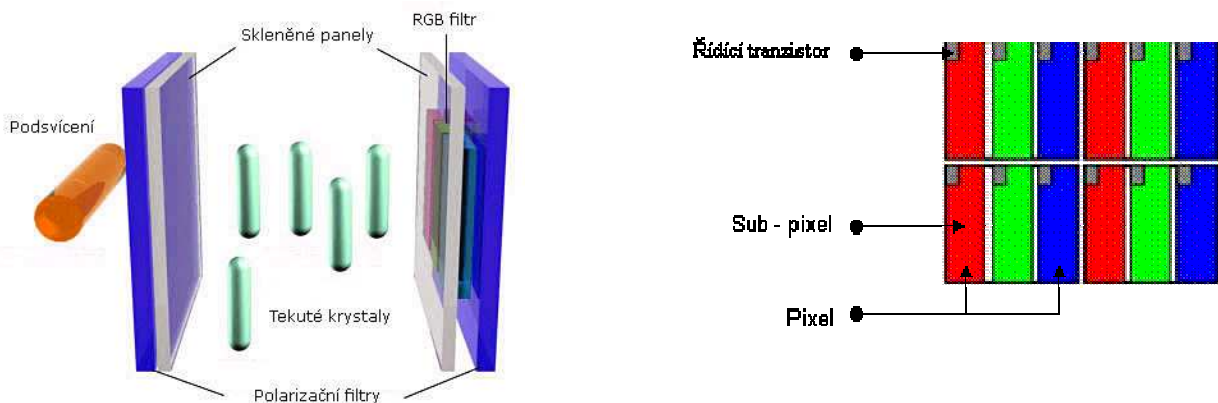
K polarizaci světla postačuje jen nepatrná energie, a proto jsou displeje s tekutými krystaly velmi vhodné i pro přístroje napájené z akumulátorů.

Princip LCD displeje

Jednotlivé obrazové body LCD displeje fungují jako světelné ventily - samy nezáří, jen regulují množství světla procházejícího ze zdroje světla, který se nachází za panelem (podsvícení CCFL zářivkami nebo LED diody, viz podkapitola „Podsvícení LCD displejů“).

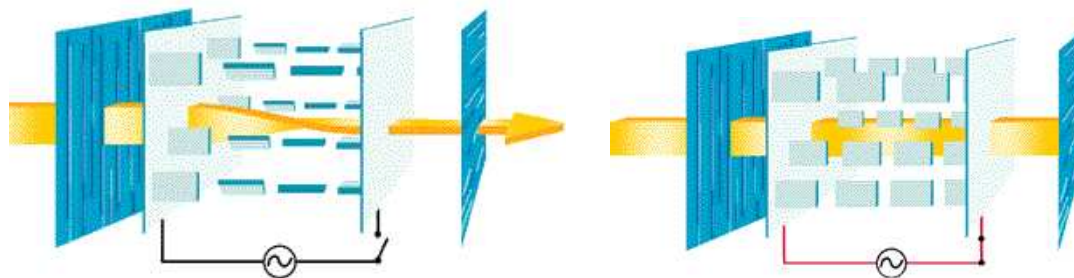
Abychom dosáhli barevného zobrazení, musíme do systému zařadit soustavu filtrů základních barev (RGB - červená / zelená / modrá). Výsledný počet buněk (subpixelů) je pak dán: $\text{výška} \times \text{šířka}$ (v obrazových bodech) $\times 3$ elementární barvy (RGB). Pokud jsou RGB "ventily" v zatemnělém stavu, získáme dojem černé barvy, pokud všechny subpixely svítí na maximum, získáme dojem bílé barvy. Ostatní odstíny barev jsou tvořené mixováním poměru RGB barev.

Ploché LCD displeje jsou tvořeny několika vrstvami:



Tekuté krystaly jsou nanášeny mezi vzájemně pootočené polarizační filtry. Na **obr. A** je zachycena situace, kdy je tekutý krystal v základním stavu (bez elektrického napětí). V tomto případě je světlo přirozeně natáčeno takovým způsobem, že může projít druhým polarizačním filtrem a v konečném důsledku prochází plný jas ze zdrojů světla, umístěných v zadní části LCD displeje – vzniká bílá barva. Jedná se o tzv. **TN technologii** (**T**wisted **N**ematic = kroucené, spirálovité uspořádání nematických molekul v základním stavu).

Na dalším **obr. B** je znázorněna situace, kdy jsou krystaly pod plným elektrickým napětím, molekuly tekutého krystalu se srovnávají ve směru elektrostatického pole a světlo nemůže projít druhým polarizačním filtrem. Vzniká je černý obrazový bod.



obr. A – světlo prochází

obr. B – světlo neprochází

V LCD panelu řídí (regulují) velikost napětí pro každý R, G, B subpixel řídicí tranzistory - **technologie TFT** (**T**hin **F**ilm **T**ransistors). Plynulou regulací napětí pro jednotlivé subpixely lze vytvářet až miliony odstínů výsledných barev. Je-li světelný „ventil“ uzavřen, přesto jím prochází určité množství světla – nedokonalá černá barva (černá = tmavě šedá)!

Podsvícení LCD displejů

1. CCFL (Cold-Cathode Fluorescent Lamp)

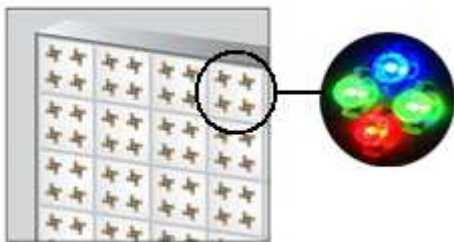


Katodové zářivkové trubice umístěné v zadní části displeje, které vyzařují bílé nepolarizované světlo.

2. LED (Light Emitting Diode)

Tyto displeje se vyznačují obecně lepším podáním barev, dokonalejší černou barvou, neboť u většiny technologií lze ovládat svítivost jednotlivých LED diod, vyznačují se větší úsporou elektrické energie, jsou velice tenké, obrazovky mají vyšší životnost, než v případě podsvícení CCFL zářivkami.

a. RGB LED



Používají se skupiny čtyř LED (červená, modrá a dvě zelené), které jsou rozmístěny maticově po celé ploše panelu. U této technologie lze použít tzv. "*LED local dimming*", což je ztlumení či zjasnění jednotlivých skupin LED. Zmenšení svítivosti LED je vhodné v místech, kde je potřeba dosáhnout sytější černé barvy. Tyto displeje mají výborné barevné podání.

b. Matice bílých LED

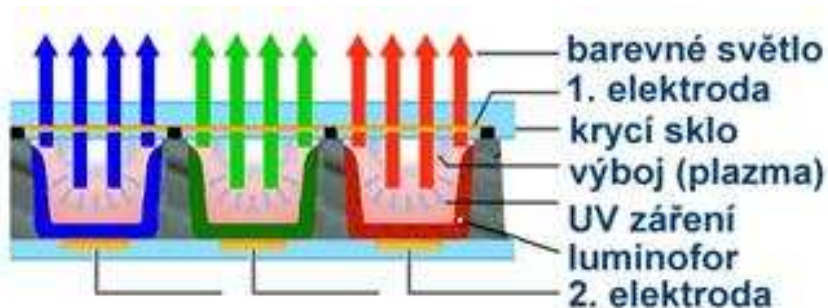
Opět maticové rozložení LED za panelem, ale používají se pouze bílé LED. Také lze použít funkci "*LED local dimming*" a dosáhnout vyššího kontrastu (rozdílu mezi černou a bílou barvou), neboť při zobrazení černé barvy se „zavře“ nejen LCD filtr pro daný pixel, ale zároveň se zhasne odpovídající podsvětlovací LED.

c. Edge LED

Bílé LED jsou umístěny pouze po okrajích panelu a pomocí sítě speciálních světlovodů s odraznými ploškami se světlo z LED rovnoměrně rozptýlí za LCD panelem. Výhodou této technologie je použití menšího počtu LED a tím i snížení nákladů na výrobu a tedy i ceny, panel může být také velmi tenký. Nevýhodou je, že nelze použít funkci "*LED local dimming*" pro regulaci jasu v určitém místě LCD panelu.

5.3 Plazmová obrazovka

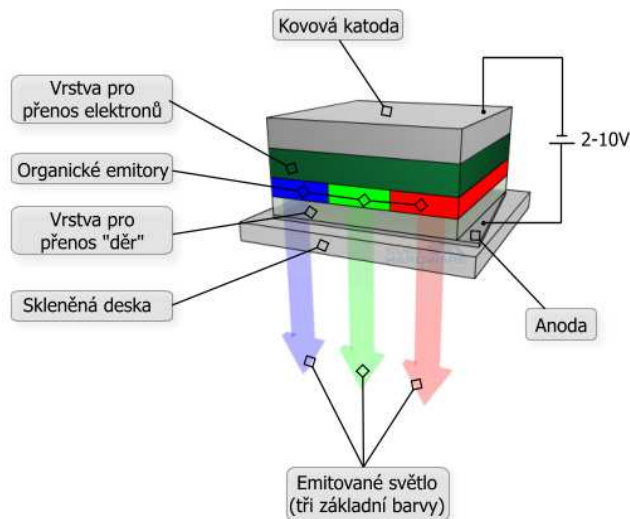
Plazmová obrazovka pracuje na principu elektrického výboje v plynu za sníženého tlaku. Mezi přední skleněnou deskou a zadní stěnou displeje jsou umístěny jednotlivé obrazové buňky (subpixely).



Jednotlivé R, G, B subpixely mají tvar komůrek naplněných zředěným inertním plynem, součástí každé komůrky jsou dvě elektrody. Připojením napětí k elektrodám vznikne elektrický výboj. Přitom dojde k ionizaci plynu, vytvoří se **plazma** a vzniká ultrafialové záření. Luminofor na stěnách komůrky se rozzáří světlem příslušné barvy. Záření je úměrné přiloženému napětí. Plazmové obrazovky mají větší spotřebu elektrické energie a nižší životnost než LCD displeje, mají však mnohé výhody. Panel je velmi plochý a může mít i velké rozměry, obraz má vynikající ostrost, jas, kontrast a podání barev.

5.4 OLED obrazovka

OLED - Organic Light Emitting Diode (světloemitující diody vyrobené z organického materiálu)



Základem obrazového bodu a tedy podstatou této technologie je organický materiál, který emituje (vyzařuje) světlo určité barvy, pokud se na něj přivede stejnosměrné napětí. Jednotlivé subpixely mají díky organickému materiálu miniaturní rozměry, lze je také nanášet na průhledný či reflexní (zrcadlový) povrch.

OLED displeje nepotřebují žádné doplňkové podsvícení. Nedochozí tedy k barevnému zkreslení – výborné podání barev. Ve stavu bez napětí organické LED nevyzařují světlo – dokonalá černá barva

Organické emitory jsou napájeny z kovové katody, přes vodivou vrstvu (vrstva pro přenos elektronů). Elektrony tedy proudí z katody do vodivé vrstvy, poté do samotného organického materiálu, který tímto emituje fotony (svítí) o specifické vlnové délce (barvě).

TV přijímače s OLED displejem však mají malou životnost a vysokou cenu. V současnosti se jedná o nejnovější technologii zobrazovacích jednotek, které nejsou na poli TV přijímačů prozatím příliš rozšířeny.