

# Barevná televize

éry analogové

-----

Všechny dosavadní systémy barevné televize jsou založeny na nedokonalosti lidského oka.

Základem prvním je to, že oko vidí jen ve třech barvách. Celou ostatní paletu barev si ve svém mozgovém počítači přepočítává na jejich vzájemný poměr. Je to podobné, jako kdyby lidský sluch vnímal pouhé tři tóny a veškerou symfonii zvuků si přepočítával jen na ně. Znamená to, že žlutou barvu, která sedí přesně napůl mezi zelenou a červenou, vnímám úplně stejně, jako když je namíchána z těchto dvou barev základních. (Mimozemšťan, jehož zrakový orgán by vnímal barevné spektrum spojitě, by nad tím zůstal v údivu; on by viděl jen červenou a zelenou, rozhodně však ne žlutou.)

Pro televizi to ovšem znamená, že stačí vhodným způsobem přenést informaci o třech barvách - nic víc. Červená, zelená, modrá... vše ostatní z nich mohou namíchat.

Další vlastností oka je, že detaily obrazu nevnímá barevně. Přicházím li k turistické značce, z dálky nedokážu říct, jakou má barvu. Přicházím li blíž, mám pocit, že je modrá. Přijdu ještě blíž, a pak teprve vidím, že je vlastně zelená.

Znamená to, že stačí, když v plné ostrosti přenesu černobílý základ obrázku, který jen víceméně zhruba obarvím - a přesto se výsledek jeví jako perfektní.

Protože vím, že barvu bílou dostanu i sečtením tří základních barev a podkladem barevného obrázku bude ostrý černobílý základ, stačí přenášet pouhé dvě rozdílové barevné složky. Tu třetí si mohu průběžně a velmi jednoduše dopočítávat prostým maticovým obvodem.

## Prvé systémy barevné televize

Pokusy s barevnou televizí začaly téměř současně s prvými experimenty televizními, tedy již v třicátých letech století dvacátého.

Prvé prakticky použitelné systémy barevné televize řešily úkol velmi jednoduše, totiž postupným přenosem barev.

Před objektivem televizní kamery se točilo kolo se třemi průhlednými barevnými výsečemi - barevnými filtry.

Před obyčejnou černobílou obrazovkou televizoru se pak přesně synchronně točilo obdobné kolo - a to bylo vše.

Pokud před objektivem kamery byla zelená výseč rotujícího filtru, v tu chvíli byla zelená výseč i před obrazovkou televizoru. Totéž pak i pro barvu červenou a modrou.

Jak primitivní... ale jak účinné, dalo by se říci s klasikem.

Tímto způsobem se dal obarvit jakýkoliv tehdejší televizní systém, a dokud byly obrazovky malých rozměrů, ani to rotující kolo nebylo až tak monstrózní. Pravda, barvy byly tak trochu blikavé, barevný obraz přijímaný na černobílém televizoru taktéž, ale na to se v pionýrských dobách televize tolik nehledělo.

Systémů s postupným přenosem barev bylo více.

Tak 28. srpna 1940 zahájila tímto způsobem své vysílání společnost CBS (CBS Field Sequential Color System). V roce 1953 pak zahájil pokusné vysílání obdobný sovětský systém Raduga.

Ano, fungovalo to. Cesty barevné televize se však měly ubírat jinudy.

## Zapomenutý Valensiho systém

Georges Valensi (1908), francouzský inženýr, vynalezl a v roce 1938 si nechal patentovat svůj systém přenosu signálu barevné televize. Byl to systém plně slučitelný; to znamená, že na černobílém televizoru umožňoval kvalitní černobílý příjem barevného obrázku a naopak.

Princip byl nezvyklý. Celou barevnou paletu rozdělil na oblasti, jakési barevné vzorky; každému takovému vzorku přidělil elektrickou hodnotu, jeho kód. Spojitý sled těchto kódových signálů byl přenášen přídatnou modulací spolu s černobílým základním obrázkem a ten pak v přijimači průběžně dobarvoval černobílý základ patřičnými barevnými odstíny. Tento princip předběhl svou dobu. Kódování vzorků barev číselnými hodnotami přímo volá po digitálním zpracování, ale to bylo ještě vzdálenou budoucností, takže i zde šel vývoj nakonec jinudy.

Valensiho princip současného přenosu luminančního a chrominančního signálu v jednom kanálu však využily všechny pozdější, vítězné systémy barevné televize. Proto stálo za to, prodlužovat platnost Valensiho patentu až do roku 1971.

## NTSC

Barevný systém, skrývající se pod touto zkratkou (National Television System Comitee) byl vyvrcholením intenzivní práce amerických inženýrů z přelomu čtyřicátých a padesátých let dvacátého století. Velkou měrou zde přispěl bouřlivý technický vývoj vybičovaný předchozím válečným úsilím. Zrodil se prakticky použitelný, principiálně čistý systém barevné televize, který beze změn přečkal až do nástupu digitalizace.

Luminanční část televizního signálu je klasický černobílý televizní signál americké normy. Chrominanční, tedy barevný signál, využívá triku, kdy na jednu nosnou vlnu lze namodulovat dva nezávislé signály. Tomuto triku se říká kvadraturní modulace; a pokud jsou dodržovány přesné fázové poměry, funguje to báječně. A protože k přenosu barvy stačí pouhé dva rozdílové signály, může tento systém pracovat skutečně dokonale.

## PAL

Systém NTSC funguje báječně a není problém naroubovat jej na evropský standard televizního signálu. Ano, funguje to báječně... ovšem pokud jsou přesně dodržovány požadované fázové poměry barevného kanálu.

To ovšem není zaručeno vždy. Už jen odrazy televizního signálu, známé jako "duchy", dokáží fázi chrominančního signálu rozhodit a nepříjemně změnit barevné podání. Totéž umí nedokonalosti přenosových řetězců, zkreslení diferenciální fáze i diferenciálním ziskem; a řešení těchto problémů vůbec není jednoduché.

Starý televizní matador, ing. Walter Bruch z firmy Telefunken, vyšel z úvahy: když barvy kvůli špatnému přenosu signálu "ujedou" jedním směrem, tak kdyby v tu chvíli byla fáze signálu otočena úplně naopak, o 180°, "ujely" by barvy přesně naopak. Takže když fázi barvonosného signálu ob řádek otočím, tak se při pohledu z dálky chyby barev navzájem vyruší. Pravda, při pohledu zblízka jedna řádka ujede do zelena, druhá do červena, ale z dálky se to srovná.

Za cenu dalších technických komplikací lze do televize přidat i ultrazvukovou zpožďovací linku, provést smíchání barev dvou sousedních řádků elektricky, ale výsledek stojí za to. Za cenu mírného zhoršení vertikální barevné rozlišovací schopnosti tu je obrázek, s jehož kvalitou hned tak něco nehne. Systém PAL (Phase Alternating Line) tak v roce 1967 začal své vítězné tažení Evropou.

Tedy ne celou Evropou. Byl tu ještě jeden konkurenční systém.

## SECAM

SECAM (Séquentiel couleur a` mémoire) byl první evropský systém barevné televize vyvinutý roku 1956 ve Francii týmem odborníků ze společnosti CSF, který vedl velký průkopník televize, Henri de France.

Aby se vyhnuli problémům, který může mít systém NTSC s barevným podáním, zvolili radikální řešení. Ze dvou potřebných barevných složek budou přenášet jen jednu. Tedy; jeden řádek červený rozdílový signál, další řádek modrý rozdílový signál, ten zelený se pak

sám dopočte na jednoduché matici. Aby to vše řádně fungovalo, využili ultrazvukové zpoždovací vedení. To se vždy zpožděný signál z předchozího řádku sečte v matici se signálem řádku aktuálního a doplněním o signál jasový se získá třetí rozdílový signál - a barevný obrázek je kompletní.

Aby se pak vyhnuli jakýmkoliv možným problémům s fázovým zkreslením, rozhodli se tvůrci SECAMu použít pro barevný signál frekvenční modulaci.

Výsledek byl rozpačitý. Takto utvořený televizní signál není možno (právě kvůli té frekvenční modulaci) režijně zpracovávat; musí být napřed rozebrán na složky a po zpracování opět složen - což ztlačně zhoršuje výslednou kvalitu obrazu. SECAM má problémy s barevnými přechody, u frekvenční modulace není možno využít kmitočtového prokládání, což vede i ke zhoršení kvality černobílého podkladu barevného obrázku. PAL dává zřetelně lepší kvalitu obrazu.

SECAM však dává ještě jakž takž barevný obrázek i v podmínkách, kdy už jiné systémy kolabují. Dokáže se přenést i přes podřadnější technické zařízení... což vše jej předurčilo k tomu, že byl přijat jako norma barevného vysílání v SSSR (Rusku) ve verzi SECAM-IIIb/opt. Ryze politické důvody pak vedly k tomu, že sovětská verze SECAMu byla zavedena i v jeho satelitních státech, a tedy i v Československu.

Původní SECAM pak byl používán, hlavně z důvodů národní hrdosti, v zemi svého původu, ve Francii.

## Jiné cesty

Soustava **TSC** firmy Philips. Zde se barevná informace přenášela dvěma frekvenčně odlišnými amplitudově modulovanými signály. Vlna nižší frekvence nesla rozdílový signál červený a vyšší pak rozdílový signál modrý. Předpokladem správného přenosu bylo složité fázové střídání pomocných nosných vln v jednotlivých pulsnímčích. Tento systém se v konkurenci se systémem PAL nakonec neujal.

Československá norma **DST** (Dot Sequential Transmission) používala frekvenční modulaci chrominančního kanálu. Pomocí principu bodově postupného přenosu signálu však přenáší oba rozdílové signály najednou. Přijímač tak vychází obvodově jednoduchý, bez potřeby ultrazvukové zpoždovací linky. Signál je odolný proti fázovým zkreslením, nevýhodou je nemožnost přímého režijního zpracování, stejně jako u SECAMu.

Celá tato norma je dnes už jen zavátou vzpomínkou, k praktickému vysílání nedostala šanci.

Byly pokusy vylepšit i klasický SECAM.

SECAM s analytickým barvonosným signálem využíval funkcionální Hilbertovy transformace tak, aby vznikl FM barvonosný signál pouze s jedním postranním pásmem. To mělo zlepšit šumové vlastnosti signálu i ještě zvýšit odolnosti proti lineárnímu zkreslení. Komplikuje se tím pouze vysílací cesta, nikoliv přijímač.

Zásadní pokus o změnu byl **SECAM-IV**, též známý jako **NIR**. (NIIR, ruský Научно-Исследовательский Институт Радио.)

Zde byla zcela opuštěna kontroverzní frekvenční modulace chrominančního kanálu, znamenalo to návrat ke kvadrurní modulaci, jakou má NTSC.

V lichých řádcích se vysílá klasický, kvadrurně modulovaný barevný signál; úplně stejný, jako v soustavě NTSC. Sudé řádky pak v chrominančním kanálu nesou referenční barvonosný signál bez modulace, s konstantní fází. Tento referenční signál se zpozdí ultrazvukovou linkou o dobu trvání jednoho řádku, a využije se k přímé demodulaci barvonosné kvadrurní modulace.

Pokud chybou přenosu dojde k fázovému zkreslení, je přesně stejně zkreslen i onen referenční signál, čímž se veškeré chyby vruší.

Přes veškerou snahu a vložený důvtip se však i tento systém stal slepou uličkou vývoje.