

Zobrazovací technika

Elektronika – přednáška č. 8

Osnova

- Digitron
- Sedmisegmentovka
- TFT displeje
- OLED

Digitron

- Znaková výbojka nebo číslicová výbojka
- elektronická součástka, plynem plněná výbojka se studenou katodou, **sloužící k zobrazování číslic případně jiných symbolů**
- Skleněná baňka digitronu je plněna plynem s nízkým tlakem, obvykle neonem, a obsahuje jednu společnou anodu v podobě průhledné mřížky z tenkého drátu a několik oddělených katod ve tvaru jednotlivých zobrazitelných symbolů
- Po přiložení zápalného napětí (obvykle kolem 170 V) mezi anodou a některou z katod se plyn v okolí katody vlivem procházejícího proudu rozzáří oranžovým doutnavým výbojem.
- Digitron vzezřením připomíná vakuovou elektronku, jeho princip však není založen na tepelné emisi elektronů
- **Jde o speciální variantu doutnavky** – výbojky se studenou katodou.



Digitron




- Digitron využívá světélkování v záporně doutnavé vrstvě
- Pokud se mezi anodou a některou katodou zapálí plynový výboj, potáhne se katoda doutnavým výbojem a ten pak vidíme jako číslici
- Číslice jsou buďto vyleptané anebo vyražené z ušlechtilé oceli s tloušťkou vlákna asi 0,3 mm
- Svítící vrstva na zářící číslici má šířku asi 1,5 mm, která dostatečně potlačuje stínící vliv tmavých číslic před ní
- Pro zvětšení životnosti se přidává malé množství rtuti, jejíž páry podstatně zmenšují odpařování materiálu číslic, ale vytvářejí ve výboji slabá, difúzně modrá světla, která lze potlačit červeným barevným filtrem
- Do digitronů pro impulsní provoz se ke zkrácení zapálení ještě vbudovávají malé zdroje radioaktivního záření.



Digitron v minulosti a dnes


- Digitrony se používaly v 50. až 70. letech 20. století v zobrazovacích jednotkách (displejích) různých raných číslicových (digitálních) elektronických zařízení - v číslicových měřících přístrojích, elektronických hodinách, stolních kalkulačkách, registračních pokladnách apod.
- V průběhu 70. let byly postupně nahrazovány modernějšími typy zobrazovačů - fluorescenčními (VFD) a LED diodovými.
- Dnes se představují zajímavý retro estetický prvek

Digitron v minulosti a dnes

A photograph of a Nixie clock kit with six glowing orange tubes displaying the numbers 2, 2, 2, 4, 2, and 6. The tubes are mounted on a black PCB with various electronic components and red LEDs at the base.

\$ SAVE UP TO 10% WHEN YOU BUY MORE

Nixie Clock IN-14 Kit (no tubes) Arduino Open Source

 71 viewed per day

Condition: **New**


Model: **- Select -**

Quantity: 5 available
268 sold / [See feedback](#)

Price: **US \$15.99**
Approximately 370.50 CZK

[Buy It Now](#)

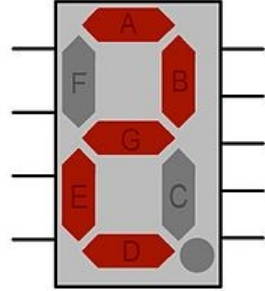
[Add to cart](#)

 [Add to Watchlist](#)

100% buyer satisfaction

https://www.youtube.com/watch?v=9oOT4jd7mTo&feature=emb_title

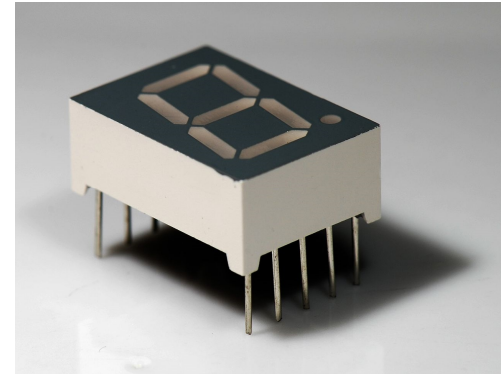
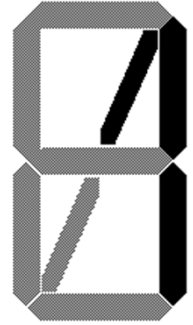
Sedmisegmentovka



- Sedmisegmentový displej je nejpoužívanější případ segmentového displeje.
- **Je vhodný pouze pro zobrazování číslic, maximálně hexadecimálních číslic a až f.**
- Pro číslicový indikátor je minimální počet segmentů právě sedm.
- Jako ostatní segmentové displeje existují různé technologie zobrazení segmentů – LED, LCD, žárovková vlákna, dokonce i ovládání mechanicky u největších displejů.
- **Nejlevnější a nejpoužívanější z nich jsou sedmisegmentovky tvořené světelnými diodami.**
- Ty se též vyrábějí sériově pro průmyslové použití, jsou ale i dostupné pro nadšence do elektroniky a dají se za sebou modulárně skládat do libovolně dlouhého displeje.
- Takový modul se familiérně nazývá sedmisegmentovka.

Sedmisegmentovka

- Diodové sedmisegmentovky mají relativně rychlou odezvu, přibližně 10 nanosekund, a spotřebu od 0,5 až 1 mA proudu na jeden segment u těch nejmenších (tzn. celá sedmisegmentovka 3,5–7 mA).
- Napětí anody je závislé na barvě – 1,5 až 2,5 V, mohou tedy fungovat napájeny z jedné klasické baterie.
- Aby se ovládání diod zjednodušilo, mají diody navzájem propojeny anody či katody.



CRT obrazovky

- Obrazovka (anglicky cathode ray tube, zkratka CRT) je v češtině označení pro **speciální elektronku** (katodovou trubici), která na přední části (tj. na stínítku) **vytváří obraz pomocí proudu elektronů**.
- Uvnitř skleněné obrazovky je vakuum a na stínítku je uvnitř nanесena vrstva **luminoforu**, která po dopadu elektronů vytváří viditelné světlo (zářící body).
- Od začátku 21. století byla klasická obrazovka CRT vytlačována plochými monitory používající LCD, OLED a plazmové obrazovky.



CRT obrazovky - charakteristika

- Obrazovka (katodová trubice) je z fyzikálního hlediska **urychlovač elektronů**, který vynalezl v roce 1897 německý fyzik Karl Ferdinand Braun.
- Sloužila dlouhou dobu jako zobrazovací zařízení pro domácí televizory, počítačové monitory a osciloskopy.
- Pro televizory se používá obrazovka s elektromagnetickým vychylováním paprsku a pro osciloskopy s elektrostatickým vychylováním paprsku.
- Jako luminofovy se nejčastěji používají sloučeniny přechodných kovů a vzácných zemin.
- Zásadní slabinou klasických (CRT) obrazovek je **velká hloubka** (zobrazovací zařízení je velmi rozměrné) a zastarávání.
- Výhodou je **velice příjemné podání barev a velký sledovací úhel**.

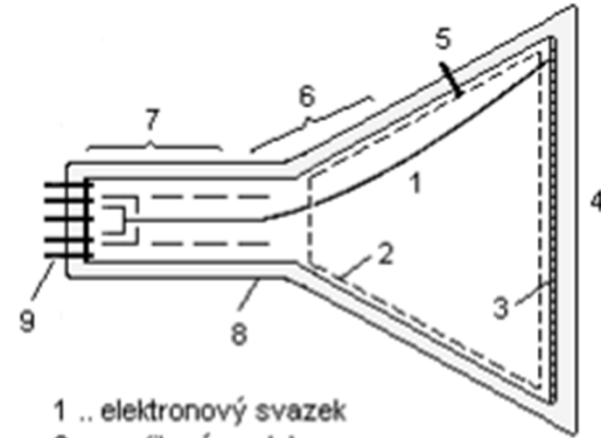
CRT obrazovky - použití

- televizní obrazovky
- obrazovky určené pro počítačové monitory
- osciloskopické obrazovky
- radarové obrazovky
- speciální obrazovky (např. pro lékařské a měřicí přístroje)



Konstrukce CRT obrazovky

- Obrazovka je speciální **velmi rozměrná elektronka**, uvnitř které je vakuum.
- Ve štíhlé části zvané hrdlo, je uložen systém elektrod obrazovky, na konci hrdla je patice k napojení na elektroniku přístroje.
- Čelní stěna obrazovky, kulatá nebo obdélná, je zevnitř pokryta luminiscenční vrstvou, která tvoří stínítko.
- Na luminofor je směřován elektronový paprsek, jehož zdrojem je elektronová tryska.
- Vnitřní strana kuželovité části baňky je pokryta vodivým povlakem, dříve výhradně grafitovým, nověji oxidem železa, spojeným elektricky s poslední urychlovací anodou elektronové trysky.



- 1 .. elektronový svazek
- 2 .. grafitový povlak
- 3 .. luminofor
- 4 .. plocha ke sledování obrazu
- 5 .. kontakt pro připojení grafitové anody
- 6 .. místo účinku vychylovací soustavy
- 7 .. elektronová tryska
- 8 .. hrdlo
- 9 .. patice

Schéma CRT obrazovky

Konstrukce CRT obrazovky

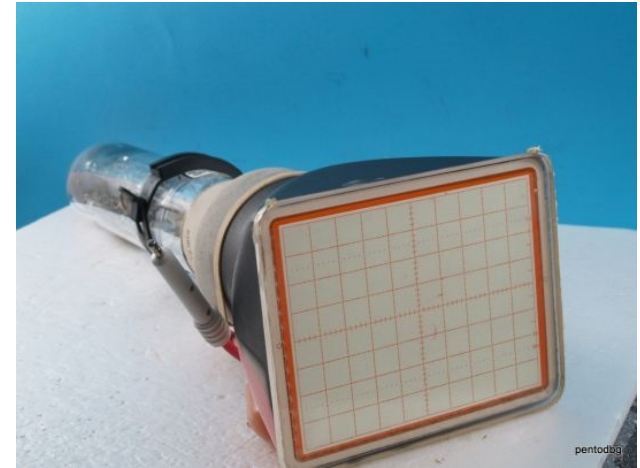
- Podobně jako u všech vakuových elektronek, **uzavírá se obrazovkou tok elektronů, který vystupuje ze žhavé katody.**
- Mřížka a soustava anod zajišťuje usměrnění elektronů do úzkého svazku. Tato soustava se nazývá elektronovou tryskou.
- Po výstupu z trysky prochází proud elektronů vychylovacím zařízením, které usměrní proud elektronů do požadovaného místa na stínítku.
- Elektrony jsou po opuštění trysky urychlovány vysokým kladným napětím řádu kV, a vysokou rychlostí dopadají na stínítko, kde způsobí sekundární emisi, jež se projeví rozsvícením bodu.
- Elektrony sekundární emise jsou přitahovány sběrnou grafitovou anodou.
 - Kdyby nebyly tyto elektrony odsávány, dopadly by zpět na stínítko, nabily by ho záporně a znemožnily by dopad elektronového svazku na luminofor a tím i vzniku stopy.

Konstrukce CRT obrazovky

- V elektronové trysce jsou elektrony, emitované žhavou katodou, odpuzovány Wehneltovým válcem se záporným potenciálem, který působí jako řídicí mřížka.
- Tak se elektrony soustředí do úzkého osového svazku, jenž prochází dalšími válci s kladným potenciálem, které urychlují elektrony a dále zdokonalují fokusaci od mřížky.
- Řídicí mřížka má ještě jednu funkci - změnou napětí na této elektrodě, které bývá mezi -10 až +10 V (proti žhavé katodě), lze měnit množství elektronů ve svazku dopadajícím na stínítko a tím **nastavovat jas** fluorescence.

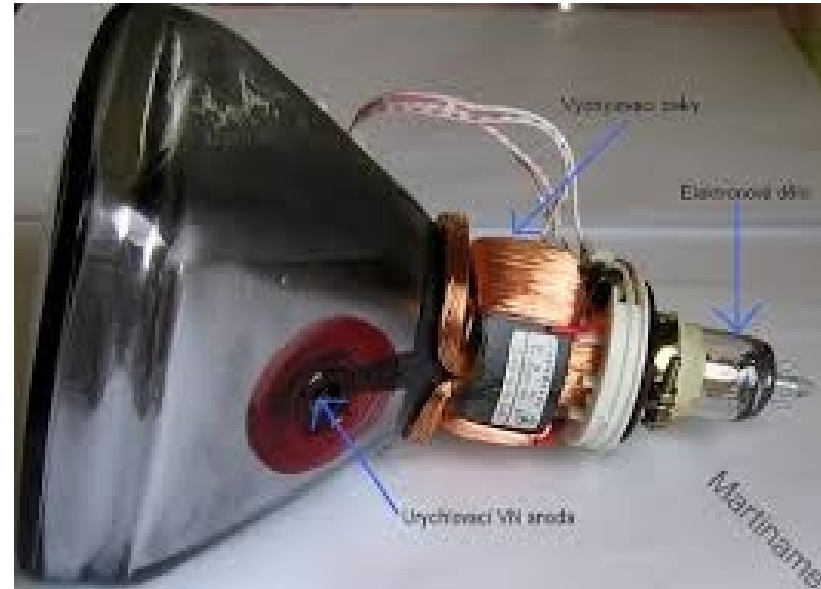
Konstrukce CRT obrazovky

- Vychylováním paprsku elektrostatickým polem
 - Tento druh vychylování se používá v osciloskopech, úhel vychýlení elektronu je pouze 30° (u elektromagnetického nejčastěji kolem 110°).
 - Tyto obrazovky jsou tvořeny dvěma páry vychylovacích desek (jedna pro horizontální a jedna pro vertikální vychylování).
 - Při průletu elektronu mezi deskami určí elektrostatické pole zrychlení elektronu a tím změni jeho přímočarý pohyb na parabolický.
 - Po opuštění z prostoru mezi deskami je pohyb opět přímočarý a míří ke stínítku obrazovky.



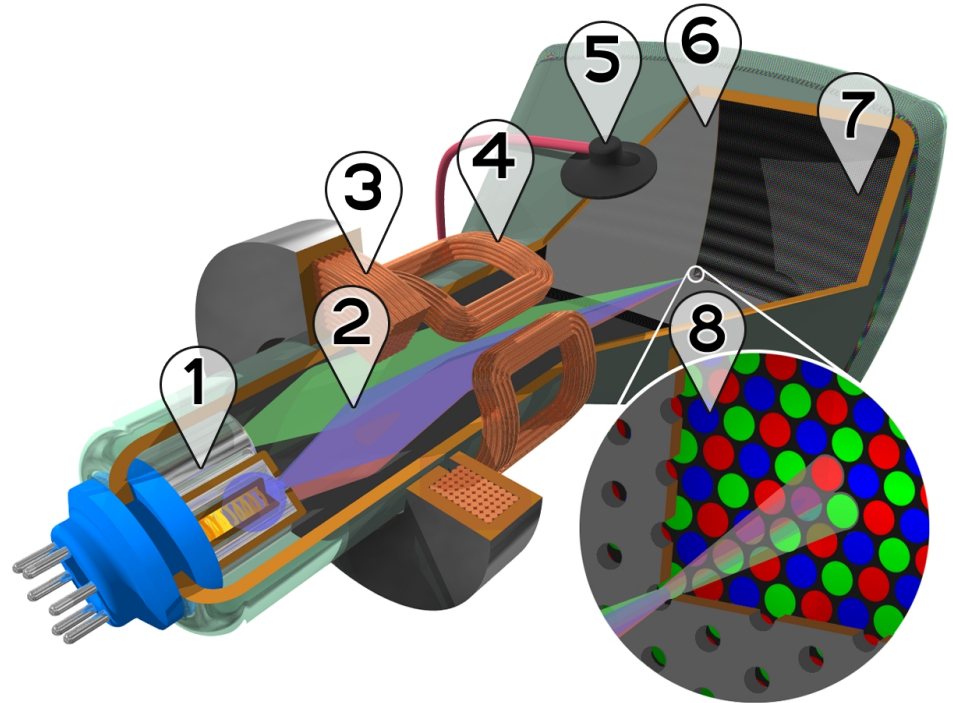
Konstrukce CRT obrazovky

- Vychylováním paprsku elektromagnetickým polem
 - K vychylování elektronového paprsku jsou využívány čtyři cívky navinuté na obrazovce (2 vertikální, 2 horizontální).
 - Průchodem proudu cívkou se vytváří elektromagnetické pole, které způsobí vychýlení paprsku v horizontálním nebo vertikálním směru.
 - Tato technika vychylování umožňuje (díky většímu úhlu vychylování) menší hloubkový rozměr obrazovky, avšak není možné ji využít pro vysoké frekvence zobrazování.
 - To, spolu s vyšší citlivostí na elektromagnetické rušení, snižuje možnosti jejich použití v osciloskopech.

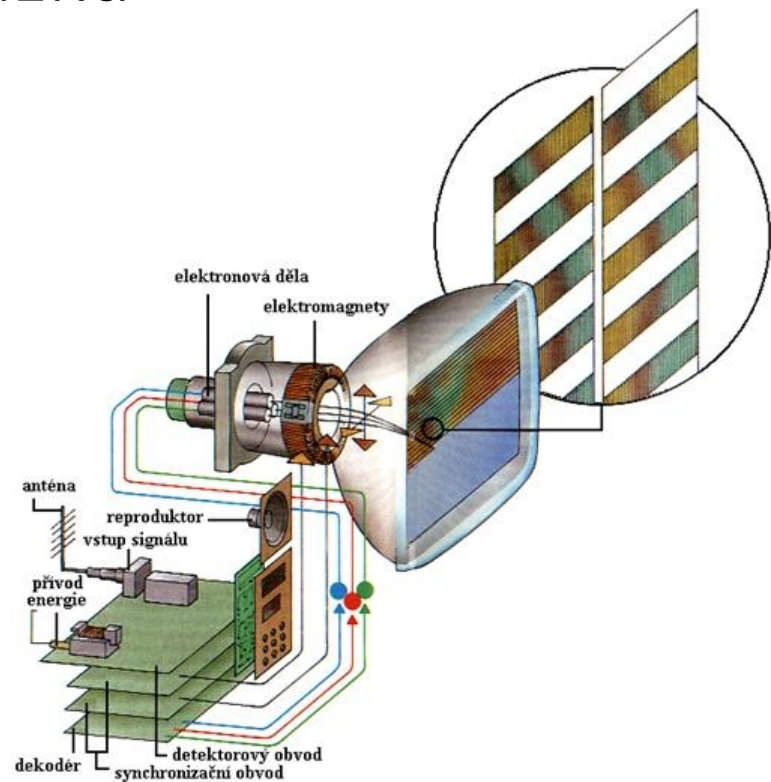
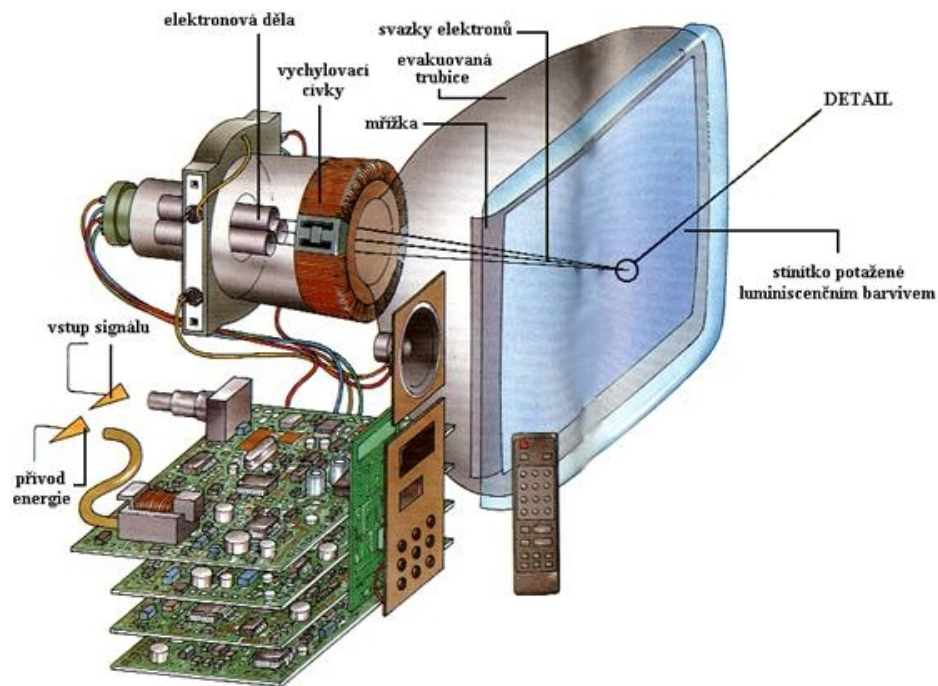


CRT obrazovky – pár obrázků

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



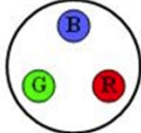
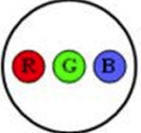
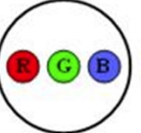

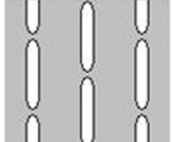


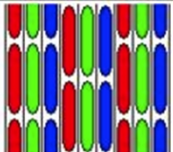
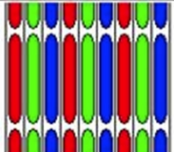
CRT obrazovky – pár obrázků



CRT obrazovky – rozdíl mezi barevnou a černobílou obrazovkou

- Zatímco černobílé obrazovky používají jediný paprsek elektronů, barevné obrazovky používají tři paprsky, které pomocí sčítáním barev v RGB modelu vytvoří na stínítku prakticky jakoukoliv barvu. Uspořádání masky na stínítku může být:

- delta
- in-line (štěrbinová)
- trinitron

	typ delta	typ in line	typ trinitron
trysky			
maska			
luminofory			

CRT obrazovky – pár údajů

- Paprsek je vychylován zleva doprava i shora dolů, přičemž vykresluje vodorovné řádky na stínítku obrazovky.
- Elektronový paprsek vykreslová 625 řádků (v USA a Japonsku jen 525)
- Každý ze 625 řádků se vykreslí na stínítku obrazovky asi za 64 mikrosekund
- Během této doby se intenzita elektronového svazku mění v závislosti na intenzitě, kterou má mít výsledný bod (pixel) obrazu na stínítku.

CRT obrazovky – pár údajů

- Počet snímků (frame) na obrazovce je 25 za sekundu.
- To je frekvence příliš nízká na to, aby oko vnímalo plynulý obraz.
- Proto se zdá, že obraz bliká.

CRT obrazovky – pár údajů

- Omezení vjemu blikání obrazu můžeme dosáhnout dvěma způsoby:
 1. Zvýšíme počet snímků za sekundu (tzv. snímkovací frekvence) na dvojnásobek - tímto způsobem se ale zvětší i na dvojnásobek řádková frekvence (frekvence vykreslování řádků) i šířka přenosového pásma. **To ale není žádoucí, neboť bychom museli přenášet více dat.**
 2. Použijeme tzv. prokládané řádkování, což znamená rozdělení každého snímku na dva půlsnímků a to tak, že **první půlsnímek obsahuje informace pouze o lichých řádcích rastru obrazovky** a druhý půlsnímek (téhož snímku) informace pouze o sudých řádcích rastru obrazovky. Rozlišovací schopnost zůstává stejná a to 25 snímků za sekundu, ale oko vnímá blikání obrazu s frekvencí 50 Hz.

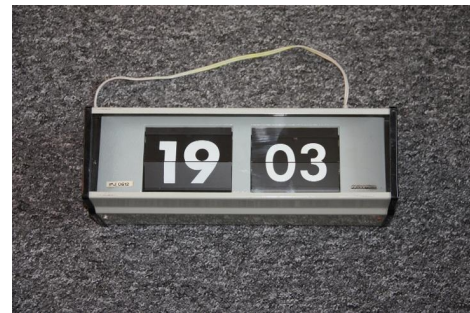
Displej

- Displej (anglicky display) je zařízení pro zobrazování informací jako je text nebo obraz v různé podobě.
- V elektronických přístrojích slouží k zobrazování různých údajů.
- V informatice se displeje používají pro konstrukci terminálů.



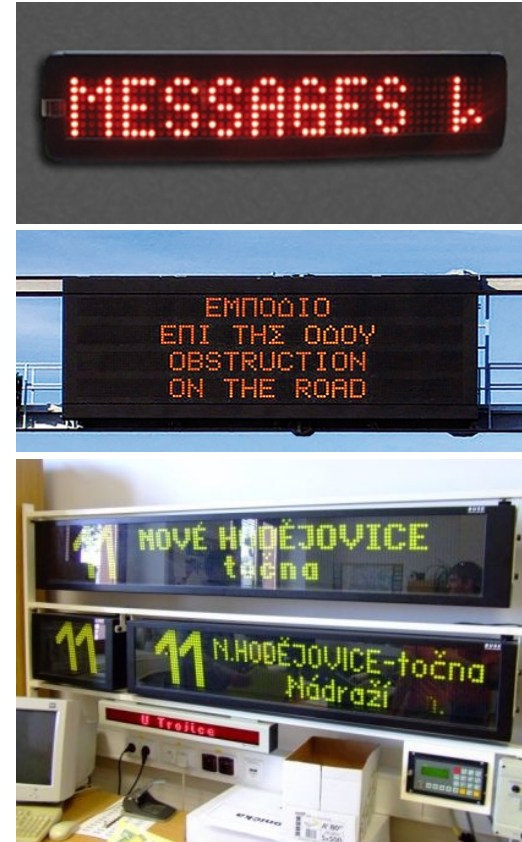
Historie displejů – listové překlápěcí jednotky

- **První dálkově či automaticky ovládané displeje byly tvořeny otočnými listy**, přičemž na jednotlivých listech mohly být jak jednotlivé znaky (číslíce, písmena), tak i celá slova či víceslovné informace.
- Například v České republice byly na tomto principu založeny informační tabule odjezdů či příjezdů vlaků na nádražích, dodávané podnikem Pragotron.
- Princip byl využíván i například na různých hodinách (například v pražském metru, ale leckdy i na pouličních či nástěnných hodinách či na budících), jako signalizace obsazenosti parkoviště, na čelních displejích původní verze tramvají Tatra KT8D5 atd.
- V angličtině bývá označován jako split-flap display, v češtině byl nejčastěji označován podle názvu výrobce jako pragotron, oficiální název výrobku v nabídce výrobce byl „listové překlápěcí jednotky“.
- Výhodou je dobrá čitelnost textu (který býval přisvícen zpravidla zářivkou) a možnost využití libovolných barevných kombinací i grafických prvků, nevýhodou omezený počet zobrazitelných údajů a nutnost mechanického zásahu pro zařazení nové možnosti (např. nové cílové stanice).



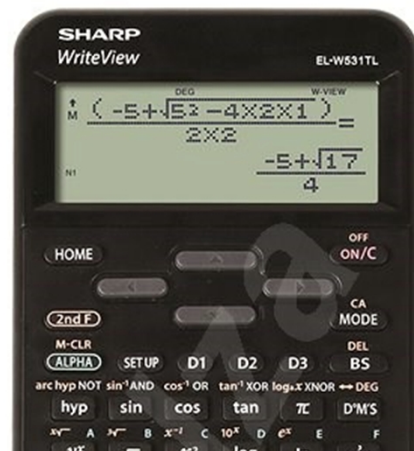
Historie displejů – LED DOT

- Novější generace elektromechanických displejů je **založena na bodech tvořených otočnými dvoupolohovými disky**, které jsou ovládány elektromagneticky nebo servomotorky a v některých verzích navíc osvětleny LED diodami.
- Systém je označován například jako DOT (či LED-DOT) displej, v angličtině jako flip-disc nebo flip-dot display.
- V České republice byl tento systém známý zejména z autobusů Karosa dodávaných s vnějšími ukazateli směru DOT-LED od firmy BUSE Blansko, ale také na nejstarších typech dálkově ovládaných silničních informačních tabulích.
- Ve druhé polovině prvního desetiletí začal být vytlačován LED a LCD displeji, avšak Dopravní podnik hlavního města Prahy jej ještě v letech 2010 a 2011 začal používat pro on-line zobrazování odjezdů na tramvajových zastávkách, přičemž jedním z hlavních důvodů pro volbu tohoto systému byla nízká spotřeba elektrické energie, kterou displej spotřebovává pouze pro změnu údajů, zatímco za dne ji nepotřebuje k samotnému zobrazení údajů.



Historie displejů – displeje bez mechanických částí

- První elektronické displeje bez mechanické části byly založeny na výše zmíněných digitronech.
- Digitrony byly nahrazeny znakovými LED displeji, které využívají segmenty sestavené ze světlo emitujících diod (stále s poměrně velkou spotřebou proudu).
- **Po LED displejích se začaly používat displeje z tekutých krystalů (LCD),** které měly výrazně nižší spotřebu proudu.
- Monochromatické LCD displeje při rozumném vnějším osvětlení nevyžadovaly ani podsvícení (využívaly za displej umístěnou světlo odrazivou plochu, která využívá přirozené přední osvětlení).
- Nejjednodušší LCD displeje zobrazují monochromaticky několik předem připravených segmentů (segment buď světlo propouští, nebo je-li aktivní pohlcuje, případně někdy opačně), ze kterých jsou složeny zobrazované symboly.
- Pokročilejší LCD displeje využívají matici bodů (pixelů, tzv. rastrová grafika).
 - Především díky velmi nízkému příkonu se používají dodnes v digitálních hodinách a kalkulačkách.



Historie displejů – displeje bez mechanických částí

- Barevný LCD displej má vyšší potřebu světla a také sám o sobě nesvítí.
- **Proto vyžaduje podsvícení dodatečným zdrojem světla ze zadní strany.**
- Barevné LCD displeje se využívají pro televize a počítače, kde nahradily vakuové CRT obrazovky.
- První barevné LCD displeje byly typu DSTN, dnes se používá téměř výhradně technologie TFT a plazmový displej.
- Nejnovější barevné displeje používají technologii OLED, kde je displej složen ze svítivých diod.



LCD displeje

- Displej z tekutých krystalů (anglicky liquid crystal display, zkratkou LCD) je tenké a ploché zobrazovací zařízení skládající se z omezeného (velikostí monitoru) počtu barevných nebo monochromatických pixelů seřazených před zdrojem světla nebo reflektorem.
- Vyžaduje poměrně malé množství elektrické energie; je proto vhodné pro použití v přístrojích běžících na baterie.
- Pixely jsou tvořeny tekutými krystaly:
 - Kapalný krystal je stav hmoty, jehož vlastnosti jsou **přechodem mezi kapalným a pevným skupenstvím**.
 - Např. kapalné krystaly mohou téci jako kapalina, ale zároveň mají uspořádané a orientované molekuly jako krystal.



LCD displeje

- Každý pixel LCD se skládá z molekul **tekutých krystalů uložených mezi dvěma průhlednými elektrodami a mezi dvěma polarizačními filtry**, přičemž osy polarizace **jsou na sebe kolmé**.
- Bez krystalů mezi filtry by bylo světlo procházející jedním filtrem blokováno filtrem druhým.
- Molekuly tekutých krystalů jsou bez vnějšího elektrického pole ovlivněny mikroskopickými drážkami na elektrodách.
- Drážky na elektrodách jsou vzájemně kolmé, takže molekuly jsou srovnány do spirálové struktury a stáčí polarizaci procházejícího světla o 90 stupňů, což mu umožňuje projít i druhým filtrem.
- Polovina světla je absorbována prvním polarizačním filtrem, kromě toho je ale celá sestava průhledná.

LCD displeje

- V okamžiku vzniku pole jsou molekuly tekutých krystalů taženy rovnoběžně s elektrickým polem, což snižuje rotaci vstupujícího světla.
- Pokud nejsou tekuté krystaly vůbec stočené, procházející světlo bude polarizováno kolmo k druhému filtru, a tudíž bude úplně blokováno a pixel se bude jevit jako nerozsvícený.
- **Pomocí ovlivnění stočení krystalů v pixelu lze kontrolovat množství procházejícího světla, a tudíž i celkovou svítivost pixelu.**
- Je obvyklé srovnat polarizační filtry tak, že bez přívodu elektrické energie jsou pixely průhledné a až při průchodu elektrického proudu se stanou neprůhlednými.

<https://www.youtube.com/watch?v=k7xGQKpQAWw>

LCD displeje

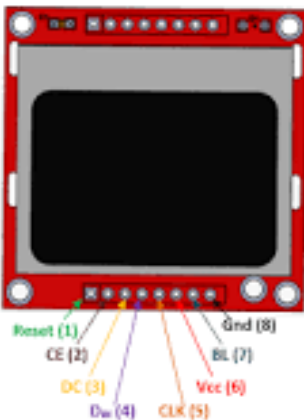
- Tekuté krystaly samy o sobě světlo nevydávají a pro vytvoření viditelného obrazu tedy potřebují vnější zdroj světla.
- Ten je u LCD řešen podsvícením. Tím se rovnou dostáváme k základním charakteristikám tohoto typu displeje.
- Díky plošnému podsvícení **mohou LCD dosahovat velmi vysokého jasu**, nejsou náchylné na vypalování a jsou poměrně levné na výrobu.
- Jasným negativem LCD je pak **nižší kontrast a neschopnost zobrazit opravdovou černou**.
- Pixely nezáří a jsou podsvíceny, takže i ty „černé“ jsou ve skutečnosti tmavě šedé. To je patrné zejména za šera, kdy obraz zpravidla nepůsobí tak živě.

LCD displeje – TN panely

- Zejména dříve byly běžné TN (*Twisted Nematic*) displeje.
- Jejich výhodou byla levná výroba, rychlá odezva a zpravidla velmi dobrý kontrast.
- Poměrně zásadním problémem jsou však **špatné pozorovací úhly**.
- U TN displejů již při nevelkém naklonění displeje dochází k poměrně značnému zhoršení kvality obrazu.
 - To je u mobilních telefonů, které často nedržíme úplně rovně, vcelku značné negativum.
- V dnešní době tak již na klasické TN displeje v podstatě nenarazíte.

Trocha historie – displeje u mobilních telefonů

- Nokia 5110
 - 1998
 - 84x48 pixelů, monochromatický displej



Trocha historie – displeje u mobilních telefonů

- Siemens s10
 - 1998
 - První telefon s barevným displejem
 - 97x54 pixelů, 4 barvy



Trocha historie – displeje u mobilních telefonů

- Siemens S25
 - 1999
 - 97x54 pixelů, 4 barvy



Trocha historie – displeje u mobilních telefonů

- Siemens S35i
 - 2000
 - 101x80, monochromatický



Trocha historie – displeje u mobilních telefonů

- Siemens S55
 - 2003
 - 101x80 pixelů, 256 barev (81 ppi)



Trocha historie – displeje u mobilních telefonů

- Sony Ericson T610
 - 2003
 - 128x160 pixelů, 65 tisíc barev (114 ppi)



Trocha historie – displeje u mobilních telefonů

- Nokia E55
 - Jeden z posledních nedotykových telefonů
 - 240x320 pixelů, 16 miliónů barev (167 ppi)



Trocha historie – displeje u mobilních telefonů

- iPhone 3G
 - 2008
 - 3,5 palce, 480x320 px, 163 ppi



Trocha historie – displeje u mobilních telefonů

- Samsung Galaxy SII
 - 2011
 - Super AMOLED, 4,3 palce, 480x800px, 217 ppi



Trocha historie – displeje u mobilních telefonů

- Retina

- Obchodní název pro displeje od Apple, představený v roce 2012
- Retina displeje jsou IPS LCD, jejich „speciálnost“ spočívá v jemnosti, která má být dostatečná pro to, aby lidské oko z normální vzdálenosti nebylo schopné rozpoznat jednotlivé pixely.
- Původně byla tato hodnota nastavena Stevem Jobsem na 300 PPI, nicméně záhy se ukázalo, že takto nastavená hodnota asi není úplně udržitelná.



Současnost u mobilních telefonů

- Xiaomi MI 9T Pro

- AMOLED
- 2340x1080
- 403 ppi

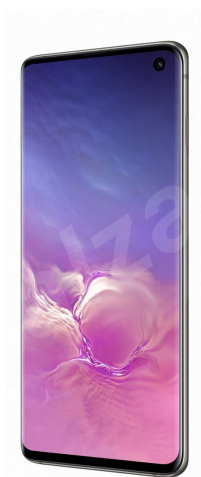
13 tisíc Kč



- Samsung Galaxy S10

- AMOLED
- 3040x1440
- 550 ppi

28 tisíc Kč



- iPhone 11

- IPS
- 1792x828
- 326 ppi

26 tisíc Kč



- iPhone 11 Pro

- AMOLED
- 2436x1125
- 458 ppi

41 tisíc Kč



LCD displeje – IPS panely

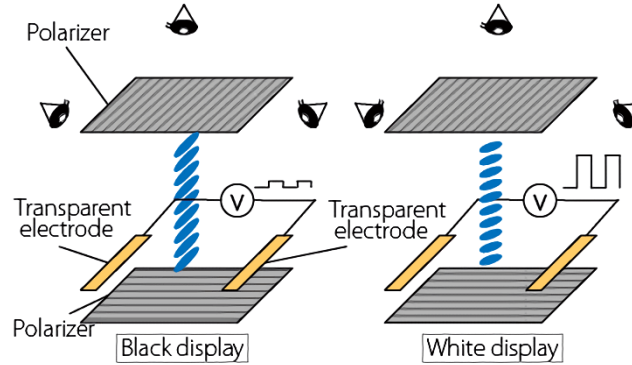
- Se zkratkou IPS se setkáváme dnes a denně.
- Vychází z anglického *In-Plane Switching*, což zjednodušeně řečeno znamená, že se v displeji mění orientace molekul tekutých krystalů.
- Výsledkem je **lepší barevná reprodukce a zejména pak dramatické zlepšení pozorovacích úhlů**.
- IPS displeje mohou dosahovat až 178° vertikálních i horizontálních pozorovacích úhlů bez zkreslení obrazu.



Výroba IPS displejů LG

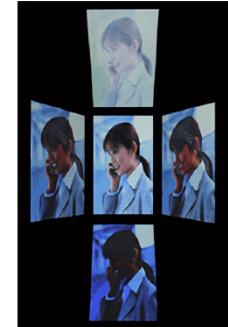
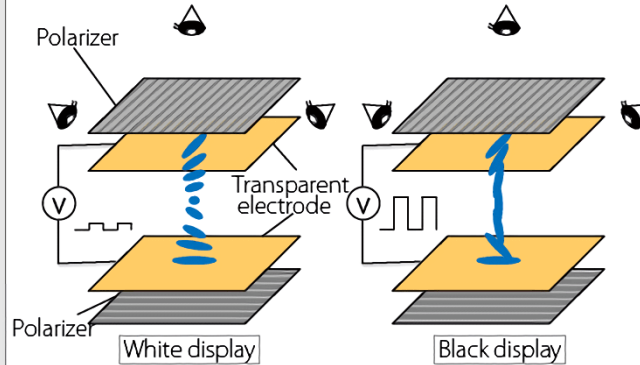
TN vs. IPS

IPS mode



Display image of IPS

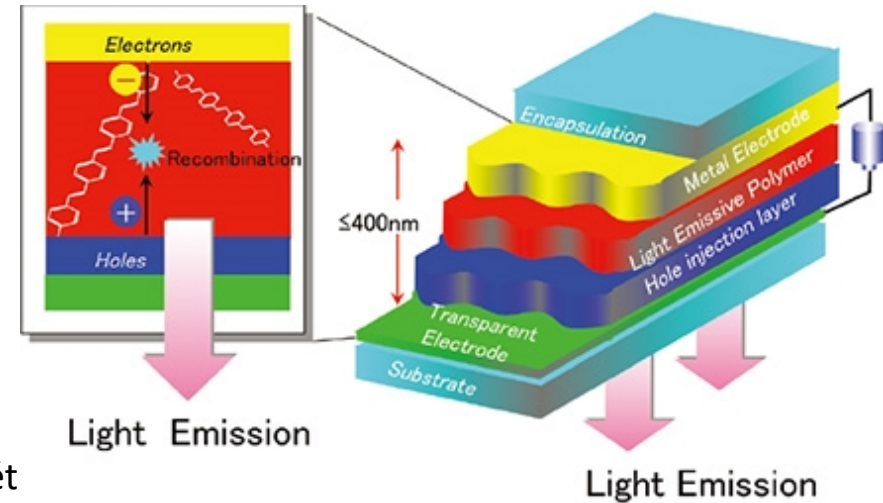
TN mode



Display image of TN

OLED

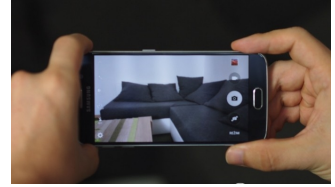
- OLED je totiž zkratkou pro “Organic – Light – Emmiting – Diod”, což volně přeloženo znamená “organická světlo emitující dioda”.
- Důležité je ono slovíčko “organická”, v případě, že by chybělo, bychom se totiž bavili o klasických LED diodách.
- Organická je proto, že materiál, jež je v jednotlivých subpixelech obsažený, je z organické hmoty, která pod napětím svítí.
- Mezi průhlednou anodou a kovovou katodou je několik vrstev organické látky.
- Jsou to vrstvy vypuzující díry, přenášející díry, vyzařovací vrstva a vrstva přenášející elektrony.
- V momentě, když je do některého políčka přivedeno napětí jsou vyvolány kladné a záporné náboje, které se spojují ve vyzařovací vrstvě, a tím produkují světelné záření.



OLED - výhody

- **Světlo totiž vzniká přímo v subpixelech**, a díky tomu tyto panely nepotřebují žádné vlastní podsvícení, čímž odpadá hned několik nevýhod, které známe z LCD panelů.
- Například OLED panely při černé jednoduše nesvítí, tedy pixel je zhasnutý, a právě díky tomu u těchto displejů mluvíme o “**dokonalé černé**” a obecně nižší energetické náročnosti při zobrazení tmavších barev.
- Naproti tomu při zobrazení světlých či dokonce bílých ploch je na tom, co se spotřeby týče, OLED technologie o poznání hůř.
- Absence vrstvy s podsvícením pak způsobuje, že tyto displeje mají takřka **dokonalé pozorovací úhly**, rovnat se jim tak mohou pouze ty nejvyšší IPS zobrazovače.

OLED - nevýhody



- Naproti tomu AMOLED panely mívají nižší maximální jas v porovnání s LCD panely. Také na sluníčku bývají hůře čitelné, míra reflexe totiž bývá kvůli kovovým anodám u AMOLED displejů vyšší než u LCD.
- Nákladná výroba
- Mnohdy nepřirozené až přesaturované barvy
- Problematika nižší životnosti (postupně se zvyšuje)
- Problematika vypalování bodů u statických obrazů

Děkuji za pozornost