



I N V E S T I C E D O R O Z V O J E V Z D Ě L Á V Á N Í

INTERNETOVÝ PORTÁL ELEKTROTECHNIKA - Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky
CZ.1.07/1.3.09/01.0021 D/0059/2009/RDP

Technologie elektronického inkoustu

Historie

Historicky první technologii, která odstartovala vývoj elektronického papíru a inkoustu, vyvinul v roce 1975 Nicholas N. Sheridon ve výzkumném centru PARC (Palo Alto Research Centrum) firmy Xerox. Jednalo se o pružné gumové pouzdro tvořené velkým množstvím (řádově milionů) malých plastových vodivých kuliček, jejichž průměr byl menší než 100 mikronů, vložených do dutin naplněných olejem. Jedna polovina kuličky byla pokryta bílou barvou, druhá černou. Pod tento arch byla přiložena deska s elektronickými obvody, která pomocí elektrického náboje vyvolávala rotaci vybraných kuliček a vytvářela z nich na archu požadované vzory. Energie byla dodávána pouze ve chvíli, kdy se měla změnit zobrazovaná informace. Technologie dostala název Gyricon podle anglického slova "gyrate", které znamená kroužit nebo otočit.

Princip elektronického inkoustu

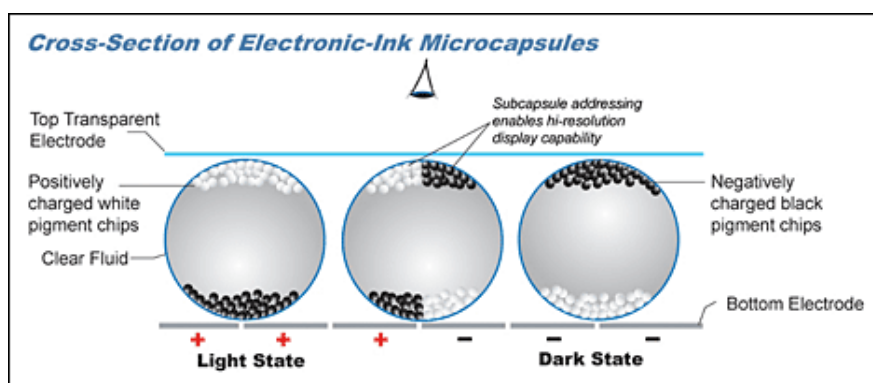
Elektronický inkoust (zkráceně e-ink) je speciální tekutina, která může být nanесena na jakýkoliv povrch, nejen papírový. Od běžné tiskařské barvy se však podstatně liší. Původní koncept byl tento: v modrém roztoku nalitém do průhledných dutinek o průměru menším než lidský vlas, tzv. mikrokapslí, plavaly miliony bílých pigmentových mikročástic. Ty se působením elektrického náboje, přivedeného - podobně jako u Gyricon technologie - buď na vrchol nebo na spodek mikrokapsle, přemísťovaly z její jedné poloviny na druhou. Tak na jednoduchém principu střídání kladného a záporného elektrického náboje vznikala bílá nebo modrá bod a skládáním bodů pak i výsledný obraz. Zde je také rozdíl oproti řešení Xeroxu, který používá mikrokapsle složené z různě barevných polovin. Původní myšlenka byla později pozměněna v tom smyslu, že nyní se používají dva typy barevných mikročástic (např. bílá v kombinaci s modrou, černou, červenou nebo zelenou), které mají opačný elektrický náboj a roztok, ve kterém jsou umístěny, je bezbarvý.

Ke změně stavu jednoho bodu (jedné mikrokapsle) je potřeba el. proud o velikosti asi 20 nA, tj. necelý 1 mikroampér na centimetr čtvereční. Tedy zhruba jen tisícinu energie, než kolik jí potřebují monitory nebo displeje. K "tisku" dokonce není potřeba ani vlastní zdroj energie, protože stav mikročástic lze měnit i působením elektromagnetických vln. Díky malému rozměru mikrokapslí dosahuje výsledná kvalita "tisku" hustoty až 600 bodů na palec, což je zhruba třikrát více než v případě výše zmíněné technologie od Gyriconu.

Díky tomu, že mikrokapsle jsou velmi malé a lze jimi pokrýt libovolný materiál, od umělých hmot přes kovy až po papír, je možné jimi vytvářet i geometricky velmi náročné zobrazovací plochy zobrazující text a grafiku ve vysokém rozlišení. Ty se přitom kontrastem a odrazivostí už vyrovnají dnešním tiskovinám a jsou dobře čitelné ze všech úhlů. Tato technologie ale ještě nedokáže nahradit běžné televizní obrazovky, neboť ke změně stavu mikročástic v kapslích může docházet nejvýše desetkrát za vteřinu, což je oproti frekvenci vhodné pro plynulé střídání obrazů ve filmu a v televizi přece jen ještě málo (televize v normách PAL/SECAM a film se obměňují pětadvacetkrát za vteřinu). Pro nenáročné animace či pohybující se text je to ale dostačující.

E-Ink

Elektronický inkoust společnosti E-Ink se skládá z miniaturních kapslí o průměru přibližně lidského vlasu. Kapsle je naplněna čirou tekutinou obsahující částice dvou barev, bílé s pozitivním nábojem a černé s negativním. Kapsle inkoustu jsou následně nanášeny na podložku tvořící ovládací matici, která je obdobná matici pro ovládání jednotlivých pixelů LCD. Pomocí napětí procházejícího podložkou lze určovat, zdali se na povrch kapsle směrem ke čtenáři dostanou bílé částice nebo černé. Na jeden čtvereční palec se díky malé velikosti vejde až 100 tisíc kapslí umožňujících vytvořit velmi jemný obraz. V každé kapsli je navíc možné umístit na polovinu viditelného povrchu částice černé barvy a na druhou bílé, čímž se viditelné rozlišení dále zvýší.



Velkou výhodou je možnost nanést inkoust na téměř každý typ podkladu, od běžného plastu přes tkaninu až po sklo. Tímto lze vytvořit displeje různých tvarů, které jsou navíc i ohebné. Problémy jsou typické pro elektronický inkoust této technologie, kdy se v kapsli nachází pouze dvojice barev eliminující možnost vytvářet více než dvoubarevný obraz. Taktéž rychlost překreslování obrazu není (zatím) vhodná pro zobrazování videa či animací a hodí se pouze pro statické informace.

SiPix

Mírně upravenou technologii používá další výrobce, společnost SiPix. Její elektronický inkoust se liší vnitřním uspořádáním, je totiž tvořen soustavou hermeticky uzavřených mikrokomůrek s velikostí okolo 150 mikrometrů. Komůrky mohou mít čtvercový nebo hexagonální půdorys, uvnitř se však i v tomto případě nachází tekutina společně s barevnými částicemi. Z vrchní strany je na komůrky nanесena tenká plastická vrstva, pomáhající mimo jiné k velmi vysoké mechanické odolnosti celé technologie. Na spodní straně se opět nachází řídicí matrice vodičů, sloužící ke směrování barevných pigmentů uvnitř komůrek a tudíž k vytváření obrazu na povrchu elektronického papíru.

SiPix nabízí inkoust v pěti barevných odstínech, přičemž na jeden papír je možno vedle sebe aplikovat více barev najednou.

Další typy elektronického inkoustu by měly přinést zejména zobrazení širokého spektra barev tak, jak je známe z dnešních obrazovek, včetně možnosti přehrávat rychlé videosekvence. Přitom by ale měly zůstat zachovány dosavadní výhody elektronického inkoustu, tedy minimální energetické nároky, vysoká odolnost a velmi malá tloušťka.

Částečnou konkurencí pro elektronický papír se může stát i novinka z dílen Pixel Qi. Jedná se o speciálně upravené LCD nazvaný 3qi. Oproti běžným LCD umožňuje 3qi přepnutí do režimu simulujícího elektronický papír, tedy bez vlastního podsvětlení a s možností čtení za silného okolního osvětlení, typicky za jasného slunečného dne. Právě displej od Pixel Qi vypadá jako zdatný konkurent pro e-papír, ovšem skutečnost ukážou až první testy.

Elektronická kniha

Tento termín není v literatuře ani na Webu používán zcela jednoznačně. Jedná se buď o jakýkoliv elektronický text (vytvořený například v textovém editoru nebo digitalizováním tradičního dokumentu) nebo o elektronické zařízení, které umožňuje uchovávat a číst elektronické texty. V případě elektronické knihy tvořené e-paperem je ale možné přiklonit se

k oběma definicím současně, neboť tyto poměrně přesně vystihují vlastnosti tohoto nového média. Jeho cílem je usnadnit čtenářům přístup k textovým dokumentům v elektronické podobě, která se co nejvíce snaží napodobit vlastnosti a způsob četby papírových knih.

Elektronické knihy s listy tvořenými e-papírem, schopné velmi rychlého záznamu informace, se v budoucnosti pravděpodobně stanou silným konkurentem knih z klasického papíru. Data obsažená v jediné takové knize totiž mohou odpovídat stovkám tištěných knih a navíc je bude možné aktualizovat a doplňovat pomocí Internetu. Už dnes je možné si na něm najít a za určitý poplatek "stáhnout" některé knižní novinky v elektronické podobě. A protože elektronický inkoust se opotřebí po zhruba 300 milionech cyklů, vystačí vám jedna kniha na celý život. Další výhodou tohoto principu je, že si čtenář může nastavit vlastní vzhled knihy, včetně velikosti písma, rozložení jednotlivých kapitol apod.

Kindle

Pro představu uvádím základní parametry čtečky Amazon Kindle.

Displej	6" – 15 cm (600x800 pixelů), 16 stupňů šedé typ displeje - E Ink Pearl
Velikost	190 x 123 x 8,5 mm
Váha	251 gramů
Kapacita	4GB (přibližně 3,500 knížek)
Výdrž na jedno nabití	1 měsíc při vypnuté WiFi 3 týdny se zapnutou WiFi
WiFi připojení	podpora standardů 802.11 b/g/n, se zabezpečením WEP, WPA, WPA2 nebo bez zabezpečení. Nepodporuje ad-hoc sítě.
USB	USB 2.0 (micro-B konektor) pro připojení k PC nebo Macintosh
Audio	3,5 mm stereo audio jack zadní vestavěné stereo reproduktory
Podporované formáty	Kindle (AZW), TXT, PDF, Audible (Audible Enhanced (AA, AAX)), MP3, unprotected MOBI, PRC natively; HTML, DOC, JPEG, GIF, PNG, BMP přes konverzi
Systémové požadavky	žádné

Čtení

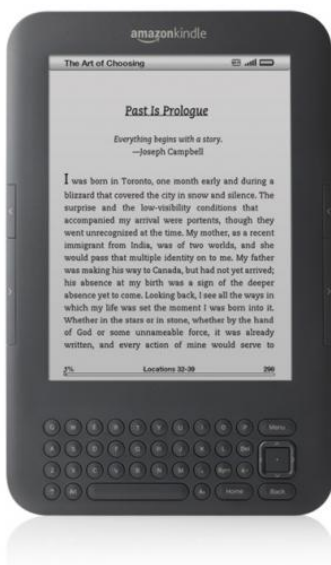
Převod textu do mluveného slova je bohužel k dispozici pouze pro anglický text, ale jeho přínos je obrovský. Čtený text je plynulý a nedělá strojový dojem, takže poslouchání je příjemné. S touto funkcí není problém číst knihy i v autě.

Internetový prohlížeč

Vestavěný prohlížeč vám umožní brouzdat po Internetu i na Kindlu. Můžete si tak přečíst noviny, zaplatit své příkazy nebo si nakoupit, aniž byste potřebovali své PC.

Hudební přehrávač

Ačkoli je Kindle primárně čtečka knih, nabízí i možnost přehrávat hudební soubory ve formátu MP3. Chcete-li si tak od čtení odpočinout a poslechnout si své oblíbené písničky, s novou generací Kindle tomu nic nebrání. Omezením je pouze velikost dostupné paměti.



Další vývoj

Jednou z nejslibnějších technologií pro barevný e-papír je displej "Mirasol" (také nazývaný Imod – Interferometric Modulator Display), používaný například v mobilních telefonech Qualcomm. Barva je v tomto případě vytvořena pomocí interference. Princip je následující: Světlo dopadá na reflexní membrány pouze přes skleněný substrát. Na základě vzdálenosti mezi sklem a membránou se mění vlnová délka světla. Vznikající světlo se poté objeví v konkrétní barvě, například červené. Díky tomu se celý element jeví jako červený. Pomocí změny elektrického napětí na membráně se mění i reflexní vrstva. Změna reflexní vrstvy mění vlnovou délku světla až do extrému, kdy se vlnová délka blíží k ultrafialové oblasti, a není již tedy viditelná pouhým okem, poté se bod zobrazí jako černý. I tato technologie umožňuje vytvářet barvy díky různě barevným subpixelům. Technologie Imod je bistabilní, extrémně rychlá (přepínání je v řádech několik nanosekund) a spotřebuje méně elektřiny než konkurenční technologie. Díky těmto výhodám mohou být na stránkách e-booků s minimální spotřebou snadno zobrazeny jak texty, tak i videa. V současnosti jsou k dispozici pouze

prototypy, první plně barevné e-booky využívající technologii Imod by měly být na trhu na konci roku 2010.

Výhody zařízení s elektronickým inkoustem

- Vynikající čitelnost textu/obrázků i na přímém slunci.
- Velmi velká výdrž bez nabití (typicky 5-15 tisíc otočených stránek).
- Displej není podsvícen jako je tomu u klasického CRT/LCD monitoru (nižší únava očí).

Nevýhody zařízení s elektronickým inkoustem

- V současnosti jsou komerčně dostupné pouze "černobílé" čtečky (typicky 8-16 odstínů šedi).
- Koncept elektronického inkoustu neumožňuje rychlé změny obrazu (stručně řečeno – video na čtečkách elektronických knih určitě nepřehrajete).
- Cena čteček, která začíná na třech tisících korunách.
- V ČR zatím neexistuje specializovaný prodejce elektronických knih.