

# AZ ELEKTRONIKUS PAPÍR MONOKRÓM ÉS SZÍNES EPD-KIJELZŐK



1. ábra. Monokróm e-papír

Az e-papír, illetve EPD (Electronic Paper Display) kifejezések olyan optoelektronikai kijelzőtechnológiát takarnak, mely a hagyományos papíron fekete vagy színes tintával írott szöveg természetes fényben való olvashatóságát közelíti meg elektronikus úton. Ezek az eszközök általában sokkal jobb megjelenítést biztosítanak, mint a hagyományos folyadékkristályos, vagy TFT-kijelzők, mivel a kontrasztjuk, betekintési szögük sokkal nagyobb azokénál, és a külső fényt verik vissza ahelyett, hogy saját fénykibocsátással jelenítenének meg tartalmakat, hasonlóan, mint a hagyományos papírra nyomtatott médiák. Az ideális e-papír direkt napfényben is jól olvasható, sokszor kontrasztosabb, mint az újságpapíron megjelenő szöveg. A más technológián alapuló elektronikus kijelzőkkel szemben az e-papír olvasásakor a szem kevésbé fárad, ráadásul energiát csak a tartalom változtatásakor fogyasztanak, a statikus kijelzéshez nincs szükség táplálásra. Jelen írásunkban a technológia alapjaival, előnyeivel és hátrányaival szeretnénk megismertetni az érdeklődő kollégákat, az Endrich által forgalmazott e-papír-kijelzők bemutatásán keresztül

A hagyományos papíralapú megjelenítés minőségét közelítő megoldásokat e-book-olvasók, elektronikus menürendek, e-árcédulák, statikus hirdetőtáblák és hozzájuk hasonló termékek tervezői számára fejlesztnek a gyártók. A kifejezetten magas kontraszt, a rendkívül alacsony fogyasztás, a jó mechanikai tulajdonságok, mint például a fóliaszerű, vékony kivitel, a hajlékonyság kiváló betekintési szöggel párosul, emellett a legtöbb EPD-statisz tartalmakat – energiafelhasználás nélkül – végtelen hosszú ideig képes megjeleníteni. Fogyasztás csak akkor jelentkezik, ha a tartalmat változtatni kell. A hagyományos kijelzőtechnológiák általában háttérvilágítást igényelnek, emiatt a láthatóságukat nagyban befolyásolja a külső fény, direkt napfényben való használatot csak speciális rétegek beépítésével, illetve ezek bonyolult optikai ragasztással történő illesztésével lehet biztosítani. Az EPD ugyanúgy a külső fényt veri vissza, mint a hagyományos könyv- vagy újságpapír, így ez a probléma egyáltalán nem jelentkezik. Működése az elektroforézis tudományos elvén alapszik, melynek során speciális folyadékba kevert, elektromos töltéssel bíró részecskék mozognak elektromos erőter hatására. Fizikai megvalósítását tekintve az EPD mikron-nagyságrendbe eső átmérőjű (az emberi hajszál vastagsága) mikrokapszulákból és azokba zárt átlátszó, víztiszta folyadékba kevert pozitív és negatív töltésű, fekete és

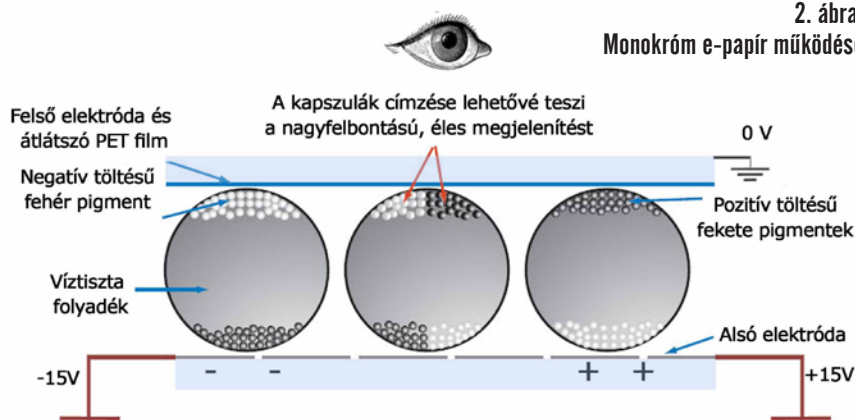
fehér részecskékből áll. A kapszulák egymás mellé fektetve folyékony polimerbe vannak mártva, és elektródák határolják az így kialakított felületet, melyek közül a felső átlátszó és földelt, az alsó pedig a vezérléstől függően ehhez képes pozitív, illetve negatív potenciál van. A lap pixelekre osztódik, és minden pixelt a hozzá tartozó alsó, úgynevezett pixelelektroda vezérel, mely a vezérlőelektronikához kapcsolódik, és – a parancsoknak megfelelően – felváltva ki- és bekapcsol. Az így kialakított struktúra még a védőlaminalással sem vastagabb egy kartonlapnál. A pixelelektroda pozitív potenciálra kapcsolva magához vonzza a negatív töltésű fehér, és taszítja a pozitív fekete részecskéket, melyek aztán a polaritás változásáig helyben maradnak, így a pixel maga felülről nézve fekete lesz, és váltásig

energiára sincs szükség a helyzet fenntartására. Inverz feszültség pixelelektrodára kapcsolásakor fordított folyamat játszódik le. Gyakori az olyan megoldás is, ahol töltéssel csak a fehér részecskék rendelkeznek, a feketék egyenletes eloszlásban a folyadékban lebegnek: feszültség hatására csak a fehérek mozognak, a felülethez szorulva ők verik vissza a fényt, tehát a pixel fehér lesz, míg ellenkező polaritás esetén alulra tömörülve döntően fekete anyagról verődik vissza a fény, tehát a pixelt feketének látjuk.

Természetesen ilyen, ún. kétpigmentes rendszert nemcsak fekete-fehér, hanem bármilyen más színű pigmentekkel is meg lehet valósítani. A pigmentek ugyanolyanok, mint amit a festékipar használ, így ha nem kis méretű kijelzőben, hanem nagy felületekben gondolkozunk, falborítást, álmennyezet-burkolatot is alakíthatunk dinamikussá.

Az elsősorban elektronikus árcédulákhoz (ESL – electronic shelf labels) kialakított hárompigmentes technológia annyiban tér el a fentiekől, hogy abban a pozitív töltésű fekete részecskék mellett szintén pozitív töltésű harmadik színű (pl. piros) pigmentek is találhatóak a negatív töltésű fehérek mellett. A felső, átlátszó elektródára kapcsolt negatív feszültség a színes pigmenteket a felső felületre vonzza, majd további szétválasztó töltés applikálásával ezek kicserélődnek a fekete részecskékre.

A legújabb e-ink-fejlesztések lehetővé teszik a teljes nyomdaiparban használható színskála alkalmazásával létrehozott, színes EPD-kijelzők elterjedését. A negatív töltésű



2. ábra. Monokróm e-papír működése



3. ábra (fent). Színes, kétpigmentes rendszer



4. ábra (balra). Háropigmentes, e-ink-technológia



reflektív fehér részecskék mellett áttetsző cian, magenta és sárga (CMY) részecskék alkalmazásával és egyidejű megjelenítésével a nyomdaiparhoz hasonlóan pixelenként lehet létrehozni a kívánt színt, mindenféle színszűrő réteg alkalmazása nélkül.

A működés alapjainak áttekintése után a kijelző viselkedéséről is kell néhány szót ejteni. Ahogy azt részleteztük, reflexiós elven működő eszközről lévén szó, nincs szükség háttérvilágításra, ezért a konstrukció fizikai méretei (elsősorban a vastagságra gondolunk) is minimálisak, és fogyasztása is alacsony, ráadásul, mivel a papírhoz hasonlóan veri vissza a fényt, az olvasása még direkt napfényben sem probléma, akár oldalról, alacsony szögben sem. Természetesen ez a tulajdonsága adja a technológia egyik hátrányát is, hogy sötétben, külső megvilágítás nélkül nem látható. A kijelző a vezérléstől függően lehet pozitív vagy negatív típusú, fekete

alapon fehér vagy fehér alapon fekete, illetve színes. Mivel bi-stabil eszközről van szó, energiát csak a kép megváltoztatása igényel, statikus módban a kijelzésnek nincs energiaszükséglete. Ez teszi kiválóvá olyan alkalmazásokban, ahol az idő nagy részében állandó ábrát kell kontrasztosan megjeleníteni, mint például elektronikus árcédulák, polcfeiratok, menük, poszterek vagy e-könyv-olvasók esetében. Sajnos, a technológia másik hátránya, hogy az elektroforézis nem gyors folyamat, az EPD nagyságrenddel nagyobb frissítési idővel rendelkezik a hagyományos kijelzőtechnológiákkal összehasonlítva. Emiatt összetett interaktív megjelenítési feladatokra, mint pl. mozgóképek, legördülő menük és egérkurzor-követéssel vagy -görgetéssel járó műveletek esetén korlátozottan használhatóak. A megjelenítendő ábra gyors változásakor elmosódás, illetve szellemkép figyelhető meg, ami akár meg is marad a kijelzőn („beégés”), és csak a pixelek többszöri ki- és bekapcsolásával lehet eltüntetni. Ez számos terméken megfigyelhető, amikor a tartalom megváltoztatását rövid idejű villogás követi. Ezeket a hátrányokat az alkalmazási terület megfelelő kiválasztásával elkerülhetjük, és a számos jó tulajdonság teljesen háttérbe szorítja őket – ideális eszközök minden olyan termékben, ahol az alacsony energiaszükséglettel járó, kiváló statikus megjelenítés igénye dominál. További előny a jó kezelhetőség (hajlékonyság, felületre ragaszthatóság), illetve az egyedi igényekre való tervezés lehetősége. Néhány területen hátrányt jelenthet még a 0–50 °C működési hőmérséklet-tartomány.

**A leggyakoribb alkalmazási területek:**

- elektronikus árcédula, polcjelzés,
- e-könyv-olvasók,
- hirdetőablak,
- jelzőablak,
- menetrendek, információs táblák,
- termékjelzések,
- üdvözlőkártyák.

**KISS ZOLTÁN, EXPORTIGAZGATÓ**  
**ENDRICH BAUELEMENTE VERTRIEBS GMBH**  
[WWW.ENDRICH.HU](http://WWW.ENDRICH.HU)



5. ábra. Színes e-ink-kijelzők



**IPAR NAPJAI**  
**2019. május 14–17.**

**hungexpokiállítás**  
programod van

Szeretettel meghívjuk az Ipar Napjai 2019 szakkiallításra, ahol az Endrich GmbH a HUNGEXPO „G” pavilon 202/C standján várja látogatását 2019 május 14-17 között!

Regisztrált látogatóink ingyenes belépővel látogathatják a kiállítást!



Endrich Bauelemente Vertriebs GmbH



Tel.: (+361) 297-4191  
z.kiss@endrich.com  
[www.endrich.com](http://www.endrich.com)