

Stanowisko do pomiaru jasności monitora z wyświetlaczem OLED

Streszczenie. W wielu urządzeniach np. kamerach wideo, obraz jest wyświetlany na miniaturowym monitorze, o ściśle zdefiniowanym zakresie regulacji jasności. Wymaga to kontroli czy wyświetlacz umożliwi regulację jasności obrazu w wymaganym zakresie. W artykule omówiono budowę stanowiska pomiarowego i metodę pomiaru jasności obrazu miniaturowych monitorów z wyświetlaczem OLED, które jest używane na etapie produkcji oraz badań zakładowych monitorów w PCO S.A. w Warszawie.

Abstract. In many imaging devices like cameras, the image is displayed in miniature monitor with capability of brightness regulation in a well-defined range. This brings the need to measure and control the brightness regulation range of such a device. The article discusses the construction of a measurement stand and method for measuring the brightness of miniature monitors with OLED displays. Elaborated laboratory setup is used in development and production process of displays in PCO S.A. (**Luminance measurement test bench for miniature monitor with OLED display**).

Słowa kluczowe: monitor, wyświetlacz, OLED, jasność, luminancja.

Keywords: monitor, display, OLED, brightness.

doi:10.12915/pe.2014.09.16

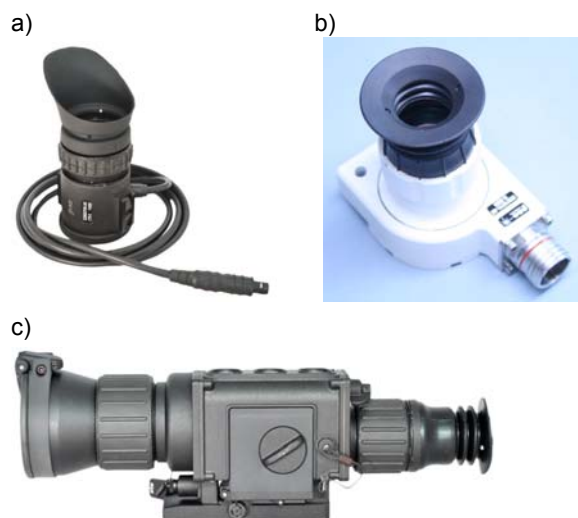
Wstęp

W wielu urządzeniach elektronicznych, takich jak kamera wideo, kamera termowizyjna, celownik elektroniczny, lornetka obserwacyjno-pomiarowa, niezbędne jest wyświetlanie obrazu za pomocą miniaturowych monitorów. Urządzenia te są najczęściej przenośne i są zasilane z baterii. Jednocześnie w zastosowaniach jak np. w systemach policyjnych, w systemie ochrony, w wojsku, straży pożarnej, urządzenia takie muszą działać w szerokim zakresie temperatury począwszy od temperatury poniżej -30°C do temperatury ponad 60°C . W miniaturowych monitorach stosuje się moduły LCD (ang. Liquid Crystal Display) i OLED (ang. Organic Light-Emitting Diode). Jednak wyświetlacze LCD charakteryzują się wieloma niekorzystnymi właściwościami dla urządzeń przenośnych działających w szerokim zakresie temperatury. Wyświetlacze LCD wymagają podświetlenia i często mają nierównomierne podświetlenie powodujące zmianę jasności obrazu, szczególnie wzdłuż krawędzi oraz brakiem „prawdziwej” czerni. Wyświetlacze LCD charakteryzują się długim czasem odpowiedzi, który wynosi z reguły powyżej kilku milisekund. Tak długi czas reakcji powoduje rozmywanie i smużenie obrazu. Ponadto mechanizmy zastosowane w LCD (między innymi zapobiegające smużeniu) mogą powodować zmęczenie wzroku poprzez migotanie pikseli (niewidoczne dla człowieka). Wyświetlacze LCD cechują się względnie małym kontrastem i małą dynamiką. Bardzo poważną wadą wyświetlaczy LCD jest utrata jasności i znacznie niższe czasy reakcji w niższych temperaturach. Ponadto w ujemnych temperaturach wyświetlacz przestaje działać i wymaga podgrzewania. W wyższych temperaturach w wyświetlaczach LCD następuje zmniejszenie kontrastu. Wyświetlacze LCD cechują się niewielkim kątem obserwacji. Relatywnie niewielka zmiana kąta pod którym obserwowany jest wyświetlacz LCD powoduje zmianę koloru, nasycenia, kontrastu i jasności wyświetlanego obrazu.

Większości wad wyświetlaczy LCD nie posiadają wyświetlacze OLED. Przede wszystkim mogą pracować w szerokim zakresie temperatury. Ponadto charakteryzują się bardzo krótkimi czasami reakcji. W związku z tym, że organiczne diody elektroluminescencyjne emitują światło (świecą) to nie wymagają podświetlenia unikając związanych z tym nierównomierności podświetlenia. Ponadto powoduje to, że wyświetlacze OLED posiadają większy współczynnik kontrastu (statyczny i dynamiczny)

i szerszy kąt widzenia (nawet 90°) w porównaniu do monitorów LCD. Największym problemem technicznym wyświetlaczy OLED jest, w porównaniu z wyświetlaczami LCD, ograniczona żywotność materiałów organicznych. Jednak w obecnie produkowanych urządzeniach czas życia wyświetlaczy OLED wynosi ponad 25 000 godz., co jest wystarczające dla wielu zastosowań.

Generalnie wyświetlacze OLED pobierają mniej energii niż wyświetlacze LCD. Dla obrazu o zrównoważonych kolorach wyświetlacze pobierają o ok. 30% mniej energii. Jednak krytyczne jest dla tych wyświetlaczy wyświetlanie jasnych obrazów (z dużą zawartością koloru białego). Wówczas wyświetlacze te pobierają znacznie więcej energii, nawet trzykrotnie więcej niż LCD. W związku z tym w celu ograniczenia ilości zużywanej energii należy zmniejszyć jasność wyświetlacza. W wielu urządzeniach definiuje się zakres regulacji jasności obrazów wyświetlanych za pomocą wyświetlacza. Wymaga to kontroli czy wyświetlacz umożliwi ustawienie/regulację jasności wyświetlanego obrazu w wymaganym zakresie. Na rysunku 1 zostały przedstawione przykładowe urządzenia, w których zastosowano miniaturowe monitory z wyświetlaczami OLED [1, 2].



Rys.1. Przykładowe urządzenia z wyświetlaczami OLED: miniaturowy przenośny monitor firmy PCO S.A. (a), monitor MD-1 (b) oraz celownik termowizyjny SCT RUBIN (c)

Budowa miniaturowego monitora

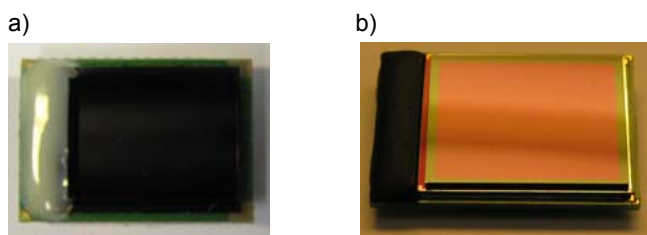
Miniaturowy monitor jest zbudowany z wyświetlacza OLED i modułu elektroniki sterującej, układu optycznego z korekcją dioptrii umożliwiającego obserwację obrazu, przewodu łączącego monitor ze źródłem obrazu oraz ewentualnej klawiatury umożliwiającej regulację kontrastu i jasności obrazu. Zasadniczym elementem badanych miniaturowych monitorów jest wyświetlacz OLED. W module elektronicznym monitora znajdują się również wzmacniacze oraz układy zapewniające komunikację – interfejs współpracy z układami zewnętrznymi np. VESA lub SMPTE-170M. Wyświetlacz OLED najczęściej wymaga sterowania za pomocą magistrali np. I²C, SPI i ponadto do prawidłowej pracy wymaga:

- sygnałów wideo R, G, B lub PAL (analogowych lub cyfrowych),
- impulsów synchronizacji linii – HS i ramki – VS,
- ustalenia wewnętrznych nastaw poprzez magistralę sterowania np. I²C,
- odpowiednich napięć zasilających, w tym napięć referencyjnych określających poziom czerni i jasność obrazu.

Sygnały wideo R, B, G lub PAL oraz impulsy synchronizacji linii (HS) i ramki (VS) są najczęściej generowane przez moduł sterowania i cyfrowego przetwarzania obrazów. Moduł sterowania i cyfrowego przetwarzania obrazów steruje także procedurą załączania oraz poziomem napięć zasilających OLED (wymagana odpowiednia kolejność załączania napięć, opóźnienia czasowe i zmienne poziomy napięć). Magistralą sterowania np. I²C przekazywane są z modułu sterowania rozkazy i dane dotyczące nastaw początkowych, kontrastu obrazu, jasności obrazu, rodzaju sygnału wejściowego, liczby wyświetlanych linii, polaryzacji impulsów synchronizujących HS i VS, opóźnień wyświetlania linii po zboczu wiodącym impulsów synchronizacji linii (HS), liczby niewyświetlonych linii po impulsie synchronizacji ramki (VS). Na rysunku 2 zostały przedstawione zdjęcia przykładowych wyświetlaczy OLED typu SVGA+ OLED-XL oraz SXGA OLED-XL firmy eMagin, zaś w tabeli 1 zostały zebrane ich przykładowe parametry [3, 4].

Tabela 1. Wybrane parametry wyświetlacza OLED typu SVGA+ OLED-XL firmy eMagin

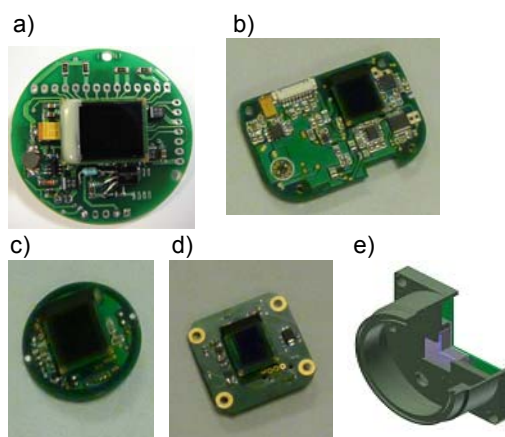
Nazwa parametru	Wartość	
	SVGA+ OLED-XL	SXGA OLED-XL
Rozdzielczość	800x600	1280x1024
Całkowita liczba pikseli	852 x 600	1292 x 1036
Rozmiar kolorowego piksela	15 μm	12 μm
Wymiary widzianego obrazu	12,78 x 9 mm	15,50 x 12,43 mm
Maksymalna jasność	≥ 150 cd/m ²	≥ 150 cd/m ²
Waga	1,8 g	2,5 g
Współczynnik kontrastu	> 300:1	> 10 000:1
Zakres temperatury pracy	od -46°C do +70°C	od -46°C do +70°C
Maksymalna częstotliwość obrazu	85 Hz	85 Hz
Interface wideo	Analogowy kompatybilny z VESA VSIS, SMTPE-170M	Cyfrowy 10-bitowy RGB



Rys.2. Zdjęcia wyświetlaczy OLED typu SVGA+ OLED-XL (a) oraz SXGA OLED-XL (b) firmy eMagin

W przedsiębiorstwie PCO S.A. są konstruowane i produkowane urządzenia optoelektroniczne wyposażone w małe monitory wyświetlające obraz telewizyjny w niewielkiej odległości od oka obserwatora.

Miniaturowe monitory bazujące na wyświetlaczach OLED zostały opracowane w wielu różnych wariantach. W postaci modułów wbudowanych w urządzenia i jako autonomiczne urządzenia umożliwiające użytkownikowi oglądanie obrazu w pewnej odległości od źródła obrazu. Na rysunku 3 zostały przedstawione zdjęcia przykładowych modułów elektronicznych z zamontowanymi wyświetlaczami OLED oraz przekrój poprzeczny obudowy modułu wyświetlania.



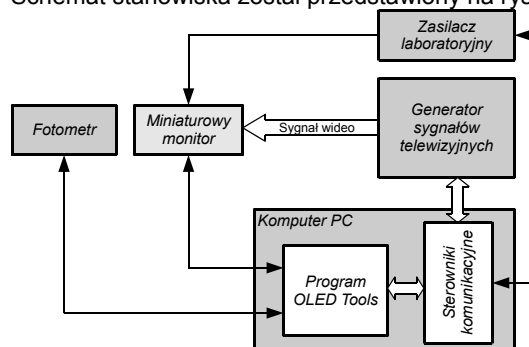
Rys.3. Widok przykładowych modułów elektronicznych opracowanych w IOE WAT i POC S.A. z zamontowanymi wyświetlaczami OLED (a-d) oraz przekrój poprzeczny modułu wyświetlania (e)

Budowa stanowiska do pomiaru jasności obrazu

Na etapie projektowania, badań oraz podczas produkcji monitorów istnieje potrzeba sprawdzania jasności z jaką opracowany monitor wyświetla obraz. W celu przeprowadzania pomiaru jasności miniaturowych monitorów opracowano specjalne stanowisko pomiarowe. Przy projektowaniu stanowiska zwrócono uwagę na to, aby realizacja procedury pomiarowej była możliwie mało skomplikowana i częściowo zautomatyzowana. Ma to na celu zmniejszenie prawdopodobieństwa popełnienia błędu przez operatora podczas pomiarów dużej liczby urządzeń (np. na etapie produkcji). W skład opracowanego stanowiska pomiarowego wchodzi następujące elementy:

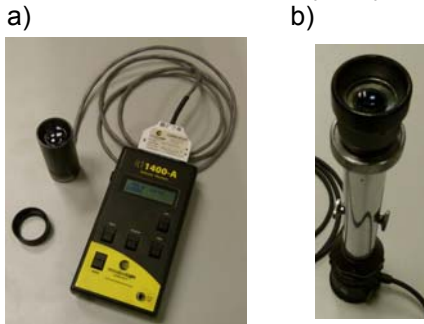
- fotometr skonfigurowany do pomiaru jasności,
- generator sygnałów telewizyjnych,
- zasilacz laboratoryjny,
- pierścień dystansowy,
- lunetka dioptryjna,
- komputer z oprogramowaniem.

Schemat stanowiska został przedstawiony na rysunku 4.



Rys.4. Schemat blokowy stanowiska do pomiaru jasności obrazu monitora OLED

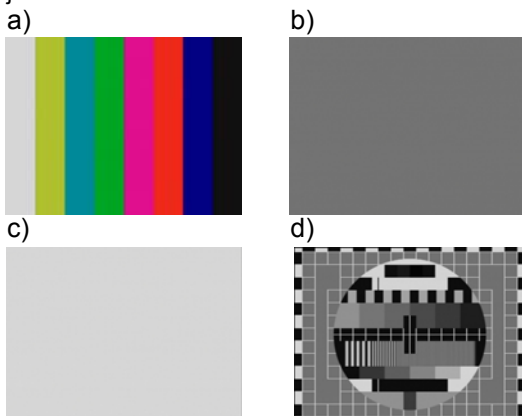
Podstawowym elementem opracowanego stanowiska jest fotometr umożliwiający pomiar jasności obrazu wyświetlanego przez miniaturowy monitor. Na stanowisku zastosowano fotometr ILT1400-A firmy INTERNATIONAL LIGHT TECHNOLOGIES z sondą SEL033\FIR skonfigurowany do pomiaru jasności w cd/m^2 . Zastosowany fotometr został przedstawiony na rysunku 5a.



Rys.5. Fotometr ILT1400-A z sondą SEL033\FIR (a) przygotowany do pomiaru jasności minimonitora oraz lunetka do mierzenia dioptrii podczas regulacji okularu (b)

Większość urządzeń wyposażonych w miniaturowy monitor posiada specjalny układ optyczny (okular) umożliwiający obserwację wyświetlanego obrazu. Układ optyczny posiada możliwość regulacji w celu skorygowania ewentualnej wady wzroku użytkownika. W celu powtarzalności badań należy ustawić układ optyczny w pozycji 0 dioptrii. Do tego celu na stanowisku pomiarowym zastosowano lunetkę dioptryjną opracowaną i wyprodukowaną w PCO S.A. Lunetkę dioptryjną przedstawiono na rysunku 5b.

Jednym z najważniejszych elementów stanowiska pomiarowego jest generator testowych sygnałów telewizyjnych. Podstawowym zadaniem generatora jest wygenerowanie testowego obrazu, który jest obrazem odniesienia dla wykonywanych pomiarów. Generator ma możliwość wygenerowania różnego rodzaju obrazu testowego, co pozwala na przetestowanie jasności wyświetlacza w zależności od rodzaju wyświetlanej informacji. Na stanowisku zastosowano generator sygnałów telewizyjnych CCVS Generator SFF firmy ROHDE&SCHWARZ. Na rysunku 6 zostały przedstawione przykładowe obrazy testowe stosowane w trakcie pomiarów jasności monitorów.

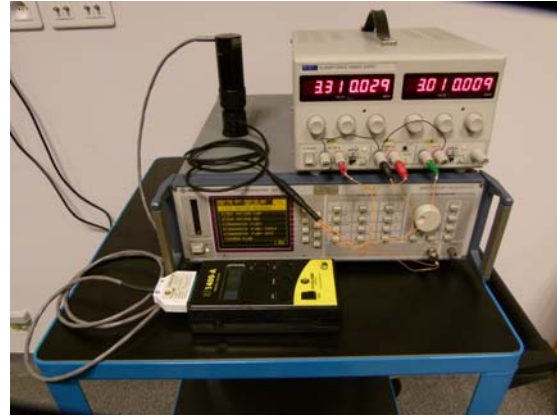


Rys.6. Przykładowe obrazy kontrolne generowane za pomocą generatora CCVS Generator SFF firmy ROHDE&SCHWARZ: kolorowe pasy (a), poziom szarości 50% (b), biały (c), oraz obraz kontrolny monochromatyczny (d)

Na opracowanym stanowisku pomiarowym przewiduje się opcjonalne zastosowanie komputera z oprogramowaniem OLED Tools. Podstawowym zadaniem

komputera wraz z oprogramowaniem jest sterowanie procesem pomiarowym w celu jego automatyzacji. W obecnej chwili na opracowanym stanowisku komputer z oprogramowaniem umożliwia jedynie sterowanie niektórymi badanymi urządzeniami w celu zmiany poziomu jasności wbudowanego miniaturowego monitora.

Na rysunku 7 przedstawiono zdjęcie stanowiska podczas przeprowadzania pomiaru minimonitora z generatorem sygnałów telewizyjnych CCVS Generator SFF, fotometrem ILT1400-A z sondą SEL033\FIR oraz zasilaczem laboratoryjnym.

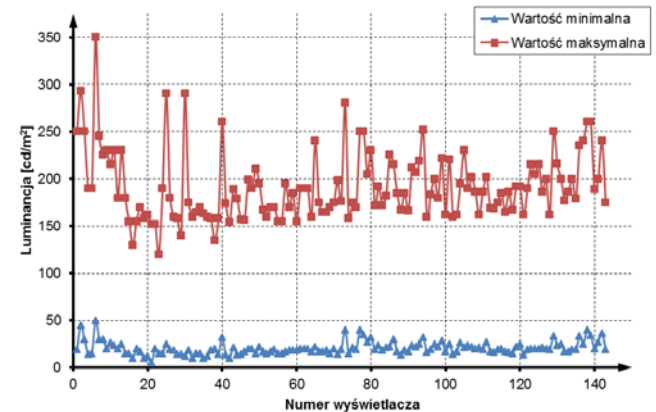


Rys.7. Zdjęcie stanowiska do pomiaru jasności obrazu monitora OLED z generatorem sygnałów telewizyjnych CCVS Generator SFF oraz fotometrem ILT1400-A z sondą SEL033\FIR

W celu wykonania pomiaru opracowano metodykę pomiaru mającą na uwadze prostotę wykonywanych operacji. Uproszczona procedura pomiarowa przebiega według następującego algorytmu: 1) Skalibrowanie lunetki dioptryjnej, 2) Ustawienie wybranego obrazu testowego, 3) Włączenie monitora i ustawienie jego układu optycznego w pozycji zero dioptrii, 4) Ustawienie jasności monitora dla ustalonej pozycji, 5) Odczytanie jasności dla wymaganych ustawień monitora. W tabeli 2 i na rysunku 8 przedstawiono przykładowe wyniki pomiarów jasności monitorów z wyświetlaczami OLED.

Tabela 2. Przykładowe wyniki pomiarów miniaturowego monitora z wyświetlaczem OLED typu SVGA+ OLED-XL firmy eMagin dla różnych obrazów testowych

Monitor	Rodzaj obrazu testowego	Wartość [cd/m^2]		
		minimalna	domyślna	maksymalna
Egzemplarz 1	Biały	94	186	286
	Kontrolny	14	40	123
Egzemplarz 2	Biały	86	169	265
	Kontrolny	13	40	118



Rys.8. Wykres zmierzonych wartości minimalnych i maksymalnych jasności monitora z wyświetlaczem OLED typu SVGA+ OLED-XL dla różnych egzemplarzy

Wnioski

W komunikacie opisano stanowisko kontrolno-pomiarowe oraz metodę pomiaru jasności opracowane i używane w trakcie badań i produkcji w PCO S.A. miniaturowych monitorów z wyświetlaczami OLED.

Stanowisko kontrolno-pomiarowe i metodyka pomiaru pozwala zmierzyć wartość jasności minimonitorów z wyświetlaczami OLED. W projekcie stanowiska przewidziano oprogramowanie pozwalające w przyszłości na automatyzację pomiarów oraz przetestowano procedury pomiarowe. Automatyzacja ma znaczący wpływ na dokładność wykonywanych pomiarów, ponieważ zmniejsza się wpływ operatora na proces pomiarowy.

W wyniku przeprowadzonych badań potwierdzono, że zmierzone na stanowisku wartości jasności minimonitorów z wyświetlaczami OLED są prawidłowe. Opracowane stanowisko do pomiaru wartości jasności minimonitorów umożliwia przeprowadzenie pomiarów z wymaganą dokładnością i powtarzalnością.

W komunikacie zawarto częściowo wyniki prac naukowych współfinansowanych przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju.

LITERATURA

- [1] Madura H., Sosnowski T., Bieszczad G., Piątkowski T., Orżanowski T., Firmanty K., Termowizyjny celownik do broni strzeleckiej budowa, parametry i wyniki badań, *Problemy Techniki Uzbrojenia, Biuletyn Naukowy Wojskowego Instytutu Technicznego Uzbrojenia*, Zeszyt 109, Nr 1/2009, 65-73
- [2] Sosnowski T., Madura H., Bieszczad G., Kastek M., Chmielewski K., Construction, parameters, and research results of thermal weapon sight, *Proc. SPIE* 8193, 81933S (2011)
- [3] SVGA+ Rev3 OLED-XL Series 852 X 600 Active Matrix OLED Microdisplay User's specification Rev 4.
- [4] SXGA 1280 X 1024 Low Power Color Amoled Microdisplay, datasheet Revision 13

Autorzy: mgr inż. Jarosław Kubicki, PCO S.A., ul. Jana Nowaka-Jeziorańskiego 28, 03-982 Warszawa, E-mail: j.kubicki@pcosa.com.pl.

dr inż. Tomasz Sosnowski, E-mail: tsosnowski@wat.edu.pl,

dr hab. inż. Henryk Madura, E-mail: hmadura@wat.edu.pl,

dr inż. Grzegorz Bieszczad, E-mail: gbieszczad@wat.edu.pl,

Wojskowa Akademia Techniczna, Instytut Optoelektroniki,
ul. Gen. S. Kaliskiego 2, 00-908 Warszawa.