



Źródło: Kingston

Przemysłowe karty pamięci

Karty pamięci używane są nie tylko w popularnych cyfrowych aparatach fotograficznych i smartfonach, ale także w przemyśle. W takim przypadku warto zakupić karty o nieco lepszych parametrach, niż te w wydaniu konsumenckim.

Tomasz Kurzacz

Środowisko przemysłowe nie należy do najczystszych. Dotyczy to zarówno warunków fizycznych (zapylenie, obecność chemikaliów, skrajne temperatury) jak i elektromagnetycznych. Wszystko to ma wpływ nie tylko na urządzenia i przyrządy pomiarowe, ale także na ich wyposażenie, którego częścią mogą być karty pamięci. Ponadto w dobie coraz powszechniejszego outsourcingu utrzymania ruchu i konieczności szybkiego dotarcia serwisanta nierzadko do odległego miejsca może zachodzić potrzeba skorzystania z transportu lotniczego. A na lotnisku bagaż prześwietlany jest silnymi promieniami rentgenowskimi, który może uszkodzić zapis na karcie, będącej elementem jakiegoś przyrządu pomiarowego. Utrata nawet części danych może okazać się katastrofalna np. dla analizy przyczyn usterki ważnego urządzenia.

Systematyka

Pamięci FLASH bazują na dwóch rodzajach bramek logicznych: NOR oraz NAND. Nie wchodząc w szczególności można wspomnieć, że pamięci NOR charakteryzują się dłuższym czasem zapisu i odczytu, więc

są stosowane głównie tam, gdzie nie ma potrzeby częstej aktualizacji danych (np. pamięć do przechowywania aplikacji, firmware). Czasy dostępu w pamięci NOR są dłuższe, bowiem są zbudowane w taki sposób, aby umożliwiać bezpośredni dostęp do każdej komórki pamięci.

W pamięciach typu NAND zapis jest sekwencyjny, przez co szybszy, w dodatku komórki mają większą gęstość upakowania.

Pamięci FLASH można także podzielić pod względem gęstości zapisu. W pamięciach typu SLC (Single Level Cell) można zapisać jeden bit informacji, w MLC (Multi Level Cell) – dwa (co daje możliwość zapisu 4 stanów logicznych), natomiast TLC (Triple Level Cell) – trzy (jest to tzw. trzystanowy MLC). Niestety im więcej bitów, tym większe ryzyko pojawienia się błędów wynikających z mniejszymi granicami między stanami logicznymi. Z tego powodu najpewniejsze są pamięci typu SLC, choć są droższe od MLC. Tam, gdzie wymagana jest jeszcze większa pewność zapisu stosuje się przechowywanie bitu informacji w dwóch komórkach pamięci. Z kolei dla uniknięcia błędów w pamięciach MLC oraz TLC

stosuje się specjalne algorytmy pozwalające na eliminowanie błędów.

Wraz ze zwiększoną gęstością zapisu zmniejsza się wytrzymałość mierzona w cyklach zapisu. Ogólnie można stwierdzić, że pamięci typu MLC mają 10-krotnie mniejszą żywotność w stosunku do SLC (10 tys. w porównaniu do 100 tys.). Podobnie karty typu SLC mają większą tolerancję na zmiany temperatury.

Dla wydłużenia żywotności pamięci stosuje się optymalizację jej użycia, tzw. wear leveling. Ponieważ liczba cykli zapisu/odczytu z pamięci jest ograniczona za pomocą tego mechanizmu wymusza się zrównoważony zapis w całej przestrzeni pamięci (czy to karty FLASH czy dysku SSD). Do implementacji wear leveling stosuje się dedykowane mikrokontrolery instalowane w pamięciach.



Źródło: Wilk Elektronik

Zdecydowanie najpopularniejsza jest pamięć typu MLC

– *Jakie pamięci są najczęściej wybierane, czym charakteryzują się pamięci przemysłowe?*

Kluczowym parametrem pamięci przemysłowych jest niezawodność, jaką cechują się te rozwiązania. Przeciwnie zatem do rynku konsumenckiego, to nie cena ani szybkość pamięci determinują wybór właściwego rozwiązania. Dodatkowymi parametrami jakie klienci przemysłowi biorą pod uwagę, to, poza niezawodnością, zakres temperatury pracy i przechowywania pamięci oraz zastosowana technologia Flash mówiąca o możliwej ilości cykli zapisu i kasowania. Zdecydowanie najpopularniejsza jest pamięć typu MLC – przechowująca 2 bity danych w jednej komórce pamięci i wytrzymująca 2000–3000 cykli programowania i kasowania całej pojemności. Dla aplikacji, w których występuje bardzo duże obciążenie cyklami zapisu i odczytu, bardziej odpowiednia jest pamięć SLC, przechowująca 1 bit w komórce pamięci i wytrzymująca do 80 000 cykli P/E (Program Erase), jest ona jednak droższa od pamięci MLC. Mając na uwadze wyżej wymienione atrybuty obu technologii, naszą ofertę uzupełniliśmy o pamięci typu pSLC. Te, wytrzymują 20 000–30 000 cykli P/E, z jednej strony oparte są na technologii MLC, jednak – tak jak w przypadku pamięci opartych na SLC – zapisują w swojej komórce tylko po jednym bicie danych.

– *Jakie znaczenie dla użytkownika przemysłowego i w jakich sytuacjach mogą mieć znaczenie różne parametry kart?*

Mechanizm detekcji i korekcji błędów danych ECC jest wbudowany w kontroler pamięci i w dużym stopniu izoluje użytkownika od problemów związanych z jego wyborem i znaczeniem dla aplikacji. Jego konfiguracja jest odpowiednia dla danego typu pamięci (tj. MLC, SLC, technologii wykonania) i gwarantuje poprawną pracę w wyspecyfikowanych warunkach środowiska, czasie, liczbie cykli zapisu. Algorytm Wear

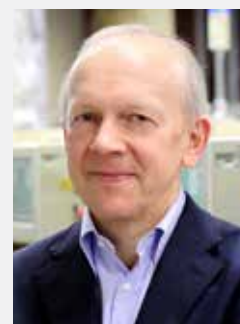
Leveling oraz FTL również są wbudowane w oprogramowanie kontrolera, co sprawia, że użytkownik może korzystać w zasadzie w dowolny sposób z całej dostępnej przestrzeni adresowej pamięci. Niezwykle istotna zaś jest odporność pamięci na zaniki napięcia zasilania. Wszystkie kontrolery znajdujące się w pamięciach masowych marki GOODRAM Industrial, takich jak wymienne USB, SD, uSD, SSD, mają szereg zabezpieczeń przed utratą danych wskutek nagłej utraty zasilania, czyniąc je niezawodnym nośnikiem danych w systemach przemysłowych.

– *Jakie parametry są rzeczywiście krytyczne dla przemysłu?*

Kluczowymi parametrami dla pamięci przemysłowych są zakres temperatur pracy oraz niezawodność. Cechy takie jak: pojemność, szybkość, pobór mocy, liczba cykli zapisu, powinny zostać prawidłowo dobrane w kolejnym etapie w odniesieniu do wymagań aplikacyjnych. Natomiast, zakres możliwych temperatur pracy musi wynikać z projektu i zastosowanych materiałów. Oba, niezawodność i zakres temperatur pracy podlegają badaniu w celu potwierdzenia zgodności ze specyfikacją. Badania te, muszą dostarczać wiarygodne wyniki.

– *Jacy producenci są uważani za dostawców najlepszych kart przemysłowych?*

Najlepsi producenci czy dostawcy kart przemysłowych to tacy, którzy są w stanie zaproponować rozwiązania możliwie najlepiej dopasowane do potrzeb aplikacji oraz środowiska użytkownika. Kluczowym zatem jest zapoznanie się ze specyfikacją urządzenia oraz jego wymaganiami, a następnie przeprowadzenie analizy celem wyboru najlepszego rozwiązania. Należy również pamiętać o możliwości zawarcia długoterminowej współpracy polegającej na zapewnieniu ciągłości dostaw, PCN czy stałym BOM. Są to atrybuty solidnego dostawcy.



Wiesław Wilk
Prezes Wilk Elektronik



Wybrane przemysłowe karty pamięci dostępne w Polsce



Model	AP-CF001 GRANS-NRC	AP-MSD- 04GIA-2GTM	AP-MSD- 08GIA-1FTM	AFxxxCFI	AFxxxSDI	AFxxxUDI	SDC1GDS- GRB	SDC4GDM- GRB	DS2A- -128I81W1S
Producent	Apacer	Apacer	Apacer	ATP	ATP	ATP	GOODRAM	GOODRAM	Innodisk
Dostawca w Polsce	SOS electronic	Soyter Components	Soyter Components	CSI	CSI	CSI	TME	TME	JM elektronik
Strona www producenta lub dystrybutora	www.sos- electronic.pl	www.soyter.pl	www.soyter.pl	www.csi.pl	www.csi.pl	www.csi.pl	www.tme.eu	www.tme.eu	www.jm.pl
Typ pamięci	SLC	SLC	MLC	SLC	SLC	SLC	SLC	MLC	SLC
Rodzaj karty	CF	microSD	microSD	CF	SD	microSD	SD	SD	SD
Pojemność min. [GB]	1	4	8	0,512	0,512	0,512	1	4	0,128
Pojemność maks. [GB]	1	4	8	32	8	8	1	4	0,128
Indeks prędkości	b.d.	b.d.	10	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	10
Maks. prędkość odczytu [MB/s]	110	b.d.	b.d.	61	68,86	81,96	21	27	b.d.
Maks. prędkość zapisu [MB/s]	80	b.d.	b.d.	55	38,14	39,04	15	23	b.d.
Minimalna temp. pracy [st. C]	0	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	b.d.
Maks temp. pracy [st. C]	+70	+85	+85	+85	+85	+85	+85	+85	b.d.
Uwagi				1)	2)	3)			

Uwagi do tabeli:

- "xxx" w nazwie oznacza pojemność, np. AF32GCFI
Karty ATP CF Industrial Grade są wyposażone standardowo w technologię Power Protector (TM) chroniącą nośnik przed szkodliwymi skutkami zaników zasilania, zwłaszcza w aplikacjach mobilnych lub o niestabilnym zasilaniu sieciowym bez podtrzymania UPS
- "xxx" w nazwie oznacza pojemność, np. AF1GSDI
Standardowo produkowane w wersji tzw. SIP (System In Package) przez co dodatkowo cechują się wodoszczelnością na poziomie IP67, wysoką odpornością na zakłócenia ESD a także zwiększoną wytrzymałością mechaniczną; cała elektronika jest wewnątrz zalewana specjalną żywicą i obudowywana dodatkową warstwą ochronną przed umieszczeniem jej w zewnętrznej obudowie karty SD
- "xxx" w nazwie oznacza pojemność, np. AF512UDI
- Zabezpieczenie przed promieniowaniem rentgenowskim stosowanym na lotniskach

Rodzaje kart

Po masowym rozpoczęciu produkcji pamięci FLASH kilku producentów próbowało wypromować własny format. Na dziś zostały praktycznie dwa liczące się formaty kart pamięci: SD oraz Compact Flash.

Karta SD (Secure Digital) ma podstawowe wymiary 24x32x2,1mm i masę ok. 2 g. Wyposażone są w przełącznik blokujący zapis. Karty o fizycznie mniejszych rozmiarach to oznaczone są mini SD oraz micro SD. Za pomocą prostego adaptera możliwe jest włożenie mniejszej karty w gniazdo większej.

Pojemność standardowych kart SD wynosi do 2 GB i mają system plików FAT 12 i FAT 16. Karty o większej pojemności – do 32 GB oznaczono SDHC i mają do 32 GB pojemności. Wyposażone są w sys-

tem FAT 32. Największe karty oznaczono SDXC. Mają system plików exFAT i na dziś największe tego typu karty mają pojemność do 2 TB.

Karty Compact Flash są najdłużej sprzedawanymi kartami pamięci – powstały w 1994 r. Ma rozmiar 42,8x36x5 (lub 3,3) mm. Dzięki dużym rozmiarom i interfejsowi zbliżonemu do IDE (stosowanym w tradycyjnych dyskach twardych) możliwe jest zbudowanie karty CF o pojemności liczonej w PB (petabajtach). W praktyce potyka się karty CF o pojemnościach do 1 TB.

Prędkości

Karty charakteryzują się kilkoma parametrami związanymi z prędkościami. Zwykle krytycznym



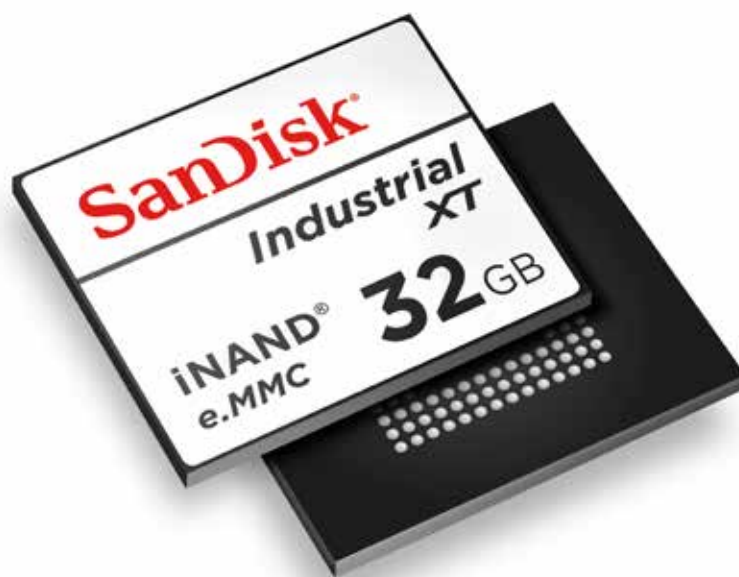
SD 3.0 MLC	SD 3.0 SLC	SDCIT/xGBSP	SDCIT/64GB	FX Series	CFM	SDE09	SDE35	CF220I 512MB	CF-xG0-XIE-81D(F)
Innodisk	Innodisk	Kingston	Kingston	Panasonic	PRETEC	Team Group	Team Group	Transcend	Xmore industrial
Maritex	Maritex	AB	emag	Panasonic	PRETEC	elhurt	elhurt	Balta	ELFA DISTRELEC
www.maritex.com.pl	www.maritex.com.pl	www.kingston.com	www.emag.pl	www.panasonic.pl	www.pretec.pl	www.elhurt.com.pl	www.elhurt.com.pl	www.balta.pl	www.elfa-distrelec.pl
MLC	SLC	MLC	b.d.	SLC	b.d.	MLC	SLC	b.d.	SLC
SD	SD	microSD	microSD	SD	CompactFlash	SD	SD	CompactFlash	CompactFlash
4	0,128	8	64	0,512	16	4	0,128	0,512	0,512
64	32	32	64	16	16	64	2	0,512	64
10	10	10 (UHS I, U3)	10, UHS I, U1	6, 10, U1	b.d.	10, UHS I, U1	6	b.d.	UDMA 4 - UDMA 7
45	23	90	90	do 90	b.d.	27	b.d.	20	60
21	21	20 (8), 45 (16 i 32)	45	do 80	b.d.	25	b.d.	7	30
-55	-55	-40	-40	-40	b.d.	-40	-40	b.d.	-45
+95	+95	+85	+85	+85	b.d.	+85	+85	b.d.	+85
			4)						

parametrem tego typu jest prędkość zapisu oraz transferu.

Do niedawna karty CF oferowały największe prędkości zapisu, obecnie karty SD mają podobne możliwości. Jednak – co ciekawe – prędkości na kartach SD i CF oznacza się różnie.

Na kartach SD spotyka się oznaczenie w postaci cyfry (lub liczby 10) umieszczonej w literze "C". Liczba ta wskazuje na prędkość zapisu wyrażona w MB/s. Tak więc cyfra 4 to 4 MB/s, natomiast 10 – 10 MB/s. W przypadku przesyłania niewielkiego strumienia danych wystarczą karty o mniejszym indeksie prędkości, przy zapisie wideo (na przykład w zastosowaniach CCTV) warto zaopatrzyć się w kartę z indeksem 10, zwłaszcza że różnice w cenach są minimalne.

Kolejny parametr karty SD to transfer, wynikający z zastosowania nowej magistrali do odczytu danych o nazwie UHS (Ultra High Speed). UHS I to prędkość na poziomie minimum 104 MB/s, UHS II – do 312 MB/s. Na karcie będzie to oznaczenie w postaci rzymskiej I lub II. Spotyka się także oznaczenie U1 oraz U3 (cyfra może być umieszczona między ramionami litery "U") – są to podtypy magistrali UHS gwarantujące prędkości na poziomie 10 oraz 30 MB/s.



Źródło: SanDisk



Na kartach CF oznacza się parametr UDMA (Ultra Direct Memory Access). UDMA 1 to prędkość na poziomie 25 MB/s, UDMA 2 – 33,3 MB/s, UDMA 3 – 44,4 MB/s, UDMA 5 – 100 MB/s, UDMA 6 – 133 MB/s, natomiast UDMA 7 – 166 MB/s. Ponieważ karta CF ma większe wymiary, producenci mogą umieszczać na nich więcej informacji, np. prędkości zapisu/odczytu wyrażone wprost. Stosuje się także oznaczenie w postaci litery x przed lub za liczbą (x600 lub 600x), co oznacza mnożnik standardowej prędkości odczytu płyty CD (150 kB/s). Tak więc prędkość 600x to jest transfer na poziomie 90 MB/s.

Warto pamiętać, że kupując kartę pamięci musi być ona obsługiwana przez urządzenie, do którego jest wkładana. Producenci urządzeń w instrukcji obsługi podają, jakiego typu i wielkości kart należy użyć a także jaka magistrala jest zastosowana w gnieździe. Dzięki temu uniknie się niespodzianek w postaci traceniu danych z powodu np. zbyt powolnego zapisu na karcie.

Industrial memory card

Na niektórych kartach pamięci można spotkać się z oznaczeniem "Industrial". Nie istnieje standard kart dla przemysłu, a tym słowem oznacza się pamięci o podwyższonej (w stosunku do produktów konsumenckich) odporności na warunki otoczenia oraz na błędy zapisu/odczytu. Karty takie są produkowane z odpornych na niskie lub wysokie tempera-

tury materiałów, są chronione w szczególności przed wilgocią i pyłem.

Zwykle, choć nie jest to regułą, są wykonane w technologii SLC NAND, dzięki czemu mają 20–30-krotnie większą wytrzymałość mierzoną liczbą cykli zapisu/odczytu/kasowania danych. Kontrolery takich kart są specjalnie projektowane dla uzyskania maksymalnej niezawodności. Produkty klasy przemysłowej mają specjalne mechanizmy kontroli błędów (ECC), często dedykowane oprogramowanie mające na celu podwyższenie niezawodności w różnych aplikacjach i środowiskach. Karty pamięci dla przemysłu mają żywotność np. 2 mln cykli, podczas gdy produkty konsumpcyjne – do 100 tys.

Zwykle jako produkty typu Industrial mogą pracować w temperaturach -40–90°C, spotyka się też zakres -25–85°C. Karty mogą być ekranowane, co zabezpiecza je przed szkodliwym działaniem promieniowania elektromagnetycznego, w tym także przed uszkodzeniem w lotniskowych urządzeniach prześwietlających promieniami rentgena.

Inną cechą charakterystyczną kart przemysłowych jest ich długa podaż – są oferowane np. przez 10 lat, podczas gdy karty konsumenckie zwykle nie są produkowane dłużej niż 2 lata. Ostatnią cechą, jaką można wymienić, to długi czas MTBF, który dla kart typu Industrial może wynosić np. 4 mln godzin, podczas gdy produkty dostępne powszechnie na rynku mają ten czas rzędu 200 tys. godz.



Łukasz Zachara
Specjalista ds. Sprzedaży
Dział Industrial Flash CSI

Do zastosowań przemysłowych najlepiej nadają się pamięci Flash NAND typu SLC

– Jakie parametry kart są rzeczywiście istotne dla potencjalnych nabywców?

W przypadku zastosowania kart Flash w aplikacjach przemysłowych, dla potencjalnych nabywców istotny będzie między innymi zakres temperaturowy pracy. Mamy do wyboru dwa przedziały – standardowy, od 0 do +70°C do mało wymagających aplikacji oraz rozszerzony od -40 do nawet +90°C (jak w przypadku marki Cactus), który jest stosowany w aplikacjach pracujących w trudnych warunkach środowiskowych.

Ważnym parametrem będzie wybór odpowiedniego rodzaju pamięci i związana z nim odpowiednio duża liczba cykli zapisu i odczytu. Do zastosowań przemysłowych najlepiej nadają się pamięci Flash NAND typu SLC, które oferują nam największą liczbę cykli zapisu i odczytu, wynoszącą obecnie około 80 000. Charakteryzują się one także najniższą awaryjnością, gdyż w jednej komórce pamięci można przechowywać 1 bit informacji. Dla porównania pamięci komercyjne typu MLC – 2 bity, a TLC – 3 bity.

Przy wyborze odpowiedniej karty ważne jest sprawdzenie jej odporności na wahania oraz zaniki zasilania. Niestabilne warunki zasilania, występujące w niektórych aplikacjach przemysłowych mogą spowodować ryzyko utraty danych, a także uszkodzenia karty Flash.

Aby temu zapobiec producenci przemysłowych pamięci Flash stosują w swoich produktach wiele zaawansowanych technologii. Jedną z nich jest Power Protector, występująca w przemysłowych pamięciach Flash NAND marki ATP. W przypadku utraty zasilania kontroler uaktywnia funkcję Power Protector, która za pomocą energii zgromadzonej w kondensatorach znajdujących się na karcie pamięci pozwala – pomimo zaniku zasilania – na dokończenie operacji zapisu i chroni nośnik przed uszkodzeniem.

Istotne są jeszcze dwa parametry, takie jak prędkość zapisu dużych i małych plików oraz długość okresu retencji danych. W przypadku technologii SLC okres ten to ok. 10 lat.

– Jakie funkcje/cechy w kartach pamięci flash mają znaczenie dla użytkownika przemysłowego?

Każda pamięć Flash NAND jest ograniczona liczbą cykli zapisu danych do komórki pamięci, po której ulega ona uszkodzeniu. Aby zapobiec jej przedwczesnemu zużyciu wykorzystuje się technologię optymalizacji zużycia pamięci zwaną Wear Leveling. Polega ona na równomiernym rozmieszczaniu zapisywanych danych w poszczególnych blokach pamięci, dzięki czemu te same bloki pamięci nie są zbyt często zapisywane

Rynek

W Polsce kilkadziesiąt firm oferuje karty pamięci przeznaczone dla przemysłu. Korzystają z nich przedsiębiorstwa wyposażone w skanery, mierniki, oscyloskopy, kamery (zarówno dozorujące jak i termowizyjne). Wykorzystują je firmy nadzorujące urządzenia liniowe (np. linie energetyczne, rurociągi), korzystające z kamer umieszczonych na dronach. Korzysta się z nich także w smartfonach i tabletach, które znajdują się na wyposażeniu pracowników.

Karty pamięci produkuje kilkanaście firm na świecie. Oferowane są pod własną marką lub dostarczane są jako brand producentów urządzeń. Do najbardziej znanych marek kart pamięci należą: ADATA, Goodram, Kingston, Sandisk, Transcend, Toshiba, Samsung, Sony oraz Verbatim, ale nie wszystkie oferują karty w wykonaniu przemysłowym.

Na polskim rynku dostawami kart pamięci dla przemysłu zajmują się firmy takie jak: CSI, AB (dystrybutor Kingston), Balta, Elfa Distrelec, elhurt, Emag, JM elektronik, Maritex, Panasonic, Prettec, SOS electronic, Soyter, TME, Transcend, Wilk Elektronik. Niektóre z tych firm są dystrybutorami innych marek i mają w ofercie duży asortyment takich kart, inne oferują zaledwie kilka modeli. Do największych sprzedawców z pewnością można zaliczyć firmy takie jak CSI, AB, Emag czy TME, ale należy pamiętać, że w ofercie mają wiele kart przeznaczonych na rynek konsumencki. Z pewnością przed zakupem warto zrobić odpowiednie rozeznanie, w czym może Państwu pomóc załączona tabela. ■



Źródło: Fluke

i kasowane. Takie działanie ma bezpośredni wpływ na wydłużenie żywotności nośnika. Dodatkowo stosuje się system zarządzania zużytymi blokami pamięci BBM (bad block management). System ten izoluje uszkodzone bloki pamięci i umożliwia zapis danych w sprawnych komórkach. Natomiast w celu zwiększenia integralności danych i zapobieganiu błędom zapisu stosuje się ECC (error correction code). Zapisywane dane są uzupełniane dodatkowymi informacjami, które po rozkodowaniu pozwalają sprawdzić, które bity są nieprawidłowe.

Ważne są też technologie zabezpieczające pamięć Flash NAND przed zanikami zasilania, jak wcześniej wspomniana technologia Power Protector stosowana w przemysłowych kartach pamięci Flash marki ATP.

Warto zwrócić również uwagę na fakt, że w pełni przemysłowe karty pamięci Flash marki ATP produkowane są w wersji tzw. SIP (System in Package). Oznacza to, że elektronika znajdująca się w karcie pamięci zalewana jest specjalną żywicą przed umieszczeniem jej w obudowie. Dzięki temu zabiegowi karta cechuje się większą odpornością mechaniczną oraz wodoodpornością na poziomie IP67. Jest też bardziej odporna na zakłócenia występujące w środowiskach przemysłowych.

– Jacy producenci są uważani za dostawców najlepszych kart przemysłowych?

Jako firma działająca na rynku przemysłowym od 25 lat, mamy duże doświadczenie w doborze niezawodnych rozwiązań do trudnych warunków środowiskowych. Dlatego też wśród producentów najwyższej jakości przemysłowych kart Flash proponujemy produkty takich producentów jak ATP, APACER, APRO, czy CACTUS. Produkty tych marek sprawdzają się nawet w najbardziej wymagających projektach przemysłowych oraz militarnych i prezentują bardzo wysoką jakość wykonania, nieporównywalną do tradycyjnych produktów konsumenckich.

Warto w tym miejscu zwrócić uwagę na fakt, że ich ceny są wyraźnie wyższe od kart, które możemy spotkać w sklepach konsumenckich czy marketach. Często też niedoświadczeni klienci wybierają tańsze rozwiązania. Jednak w przemyśle najbardziej liczy się niezawodność oraz TCO. Zdarza się bowiem, że znacznie wyższe koszty będzie generował np. przestój w produkcji spowodowany chwilową oszczędnością i zastosowaniem zwykłej karty Flash w wykonaniu nieprzemysłowym, niż sam zakup karty dedykowanej do danych aplikacji.