

# Pomiary oscyloskopowe: okiem praktyka, część 11

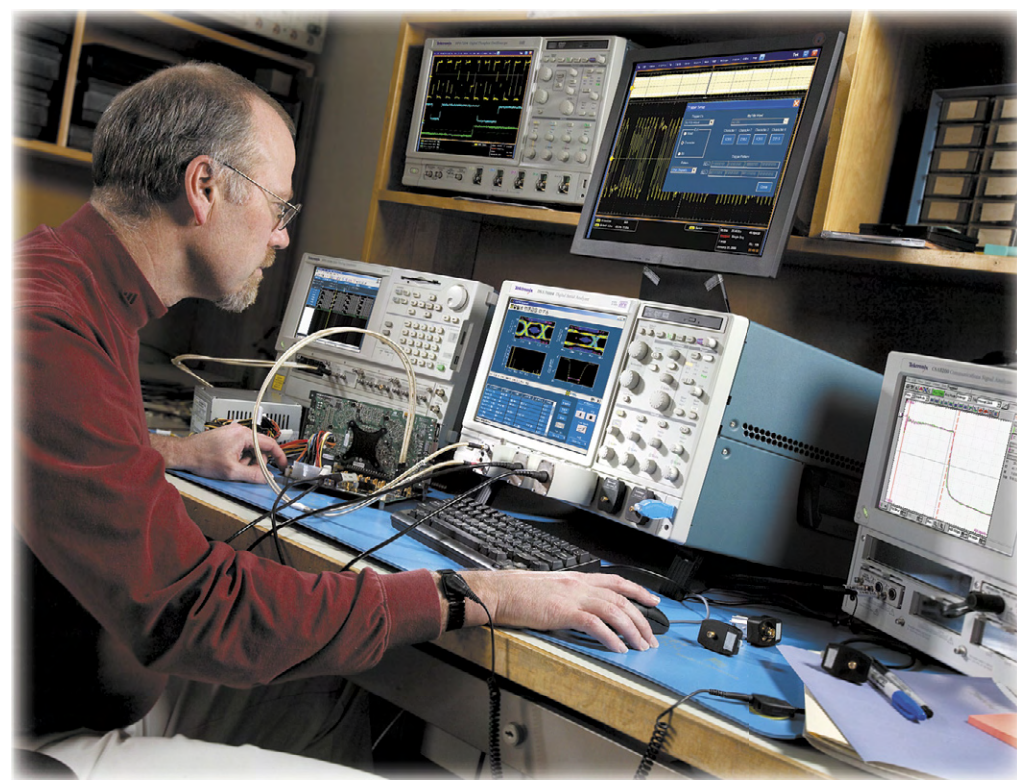
Kolejny odcinek cyklu poświęcamy omówieniu najczęściej stosowanych trybów pracy układu akwizycji mierzonego sygnału.

## Tryby pracy układu akwizycji

Skończony rozmiar rekordu akwizycji oscyloskopu cyfrowego powoduje, że wraz z wydłużeniem podstawy czasu, zapamiętanych może być mniej próbek niż to wynika z maksymalnej częstotliwości próbkowania przyrządu. Dłuższa podstawa czasu to dłuższy okres rejestracji przebiegu, w którym przetwornik dostarczy więcej próbek. Nie wszystkie będą mogły być zapisane w pamięci. To czy nadmiarowe próbki zostaną w ogóle wykorzystane, a jeśli tak, to w jaki sposób, uzależnione jest od wybranego trybu pracy układu akwizycji. Każdy z nich wiąże się z nieco odmiennymi możliwościami pomiarowymi. Do najbardziej znanych należą: próbkowanie, detekcja wartości ekstremalnych oraz uśrednianie. W dalszej części tego odcinka przedstawione są także inne rodzaje rejestracji przebiegów.

### Próbkowanie (*sample*)

Okres, co jaki kolejne próbki będą zapisywane, nazywany jest interwałem zapisu. Przy wydłużeniu podstawy czasu, przetwornik będzie dostarczał w danym interwale coraz więcej próbek. Tryb rejestracji z prostym próbkowaniem



nie realizuje nic szczególnego. Do pamięci trafia zawsze pierwsza próbka, jaka zostanie dostarczona w danym interwale. Pozostałe są ignorowane, aż do pierwszej próbki kolejnego interwału zapisu. Odrzucenie części próbek nazywa się decymacją, dlatego ten tryb pracy określa się też jako *simple decimation*. W przeważającej części oscyloskopów cyfrowych jest to tryb domyślny. Rekord można skompletować na podstawie pojedynczej rejestracji.

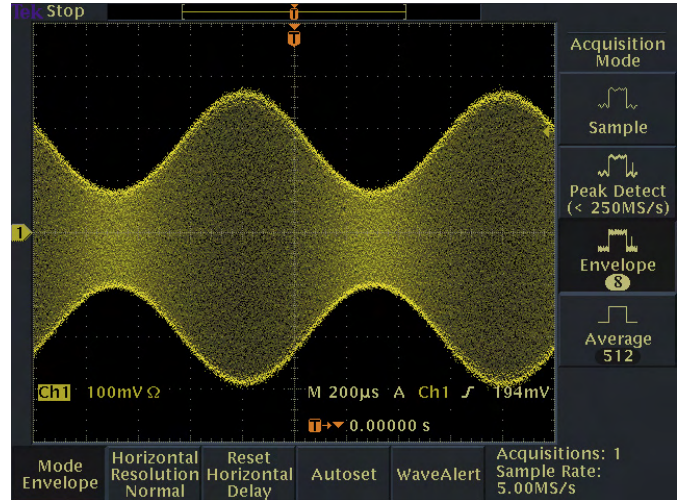
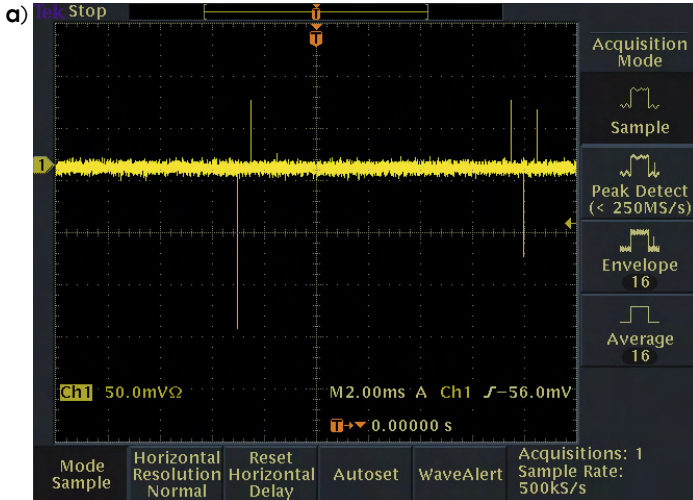
Tryb próbkowania ma taką wadę, że przy długich podstawach czasu i krótkim rekordzie obserwuje się aliasing, jak to było przedstawione na rys. 10 w części 4 cyklu. Związane jest to z tym, że zapisywane próbki

odpowiadają małej częstotliwości próbkowania. Rozwiązaniem może być dłuższy rekord akwizycji, wymuszający większą częstotliwość próbkowania lub zastosowanie innego trybu akwizycji, np. z detekcją wartości szczytowej.

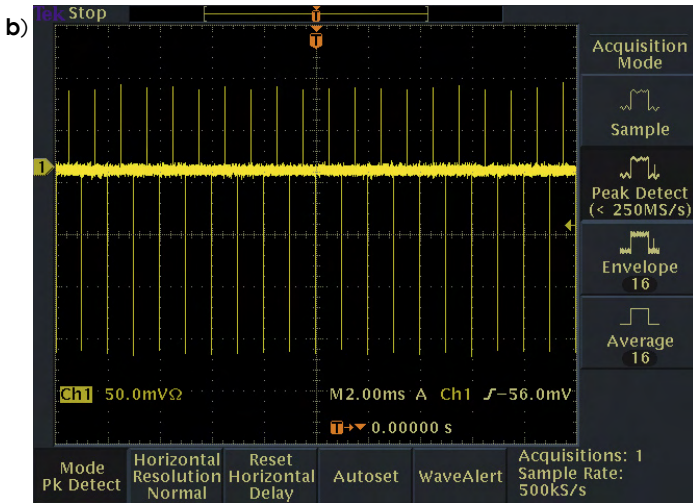
Jedną z odmian trybu próbkowania jest losowy wybór próbki w każdym interwale zapisu. Pozwala to skutecznie wyeliminować aliasing, a zauważmy, że oscyloskop cyfrowy nie posiada filtru antyaliasingowego, o przełączanym wraz z podstawą czasu paśmie. Autorem tego pomysłu był Matt Holcomb z Hewlett-Packard, a ze względu na ochronę patentową jest to implementacja spotykana wyłącznie w produktach tej firmy (obecnie Agilent).

### Tryb detekcji wartości szczytowej (*peak detect*)

Do pamięci zapisuje się parę próbek o wartości minimalnej i maksymalnej, jakie występują w danym interwale zapisu. W rezultacie, zamiast jednej otrzymujemy dwie próbki o ekstremalnych wartościach. Ponieważ zapis parę próbek wymaga dwukrotnie większej pamięci, jedną z odmian jest zapisywanie naprzemiennie w kolejnych interwałach próbek o wartościach minimalnych i maksymalnych. Dla długich podstaw czasu, każdy punkt w rekordzie akwizycji tworzony jest na podstawie wszystkich próbek, pobieranych z maksymalną częstotliwością. Dlatego tryb detekcji wartości ekstremalnych umożliwia wyeliminowanie aliasingu.



Rys. 59.



Rys. 58.

Zgodnie z nazwą, tryb ten przeznaczony jest przede wszystkim do wychwytywania krótkotrwałych zaburzeń i tzw. szpilek, których czas trwania jest krótszy od interwału zapisu. Najkrótsze zakłócenia, jakie można zarejestrować, wynikają z odległości pomiędzy próbkami pobieranym przy maksymalnej częstotliwości. Dla przykładu, na rys. 58 przedstawiono ten sam sygnał zarejestrowany przy pojedynczym wyzwoleniu w trybie próbkowania (a) oraz detekcji wartości szczytowych (b). Źródłem sygnału był obwód różniczkujący przebieg prostokątny. Uzyskano go przez przełączenie impedancji toru pomiarowego na 50 i podłączenie sondy biernej RC z podziałem 1:10. Uzyskany w ten sposób dzielnik rezystorowy 1:180000 praktycznie nie przenosi sygnału, który przedostaje się do wejścia przyrządu przez pojemność kompensującą w grocie sondy. Sondę zapięto do wyjścia wewnętrznego kalibratora. Przy każdym zboczu sygnału prostokątnego powinniśmy obserwować wąską szpilkę. Tymczasem, w trybie *sample*, występują one nieregularnie i dodatkowo mają różną amplitudę. Wynika to stąd, że sygnał prostokątny na wejściu sondy

nie jest w żaden sposób skorelowany z zegarem taktującym próbkowanie. W efekcie, pierwsza próbka interwału akwizycji trafia, o ile w ogóle, w przypadkowy fragment wąskiej szpilki. Inaczej sytuacja wygląda przy detekcji wartości szczytowej. Tu wszystkie impulsy szpilkowe są rejestrowane i widzimy ich prawidłową amplitudę.

**Tryb wysokiej rozdzielczości (Hi Res, ERes, smoothing)**

Próbki dostarczane z przetwornika są uśredniane w każdym interwale zapisu. W efekcie uzyskuje się wynik o większej rozdzielczości. W praktycznych rozwiązaniach używać można w ten sposób maksymalną rozdzielczość rzędu 13...14 bitów.

Zwiększenie rozdzielczości wiąże się jednak z zawężeniem pasma pomiarowego. Dla przykładu, w oscyloskopie klasy TDS5000 uzyskuje się nawet do 15 bitów rozdzielczości, jednak odpowiada temu pasmo jedynie 55 kHz (przy standardowej długości rekordu).

**Tryb obwiedni (envelope)**

Rekord tworzony jest na podstawie kilku cykli akwizycji (liczbę określa

R E K L A M A

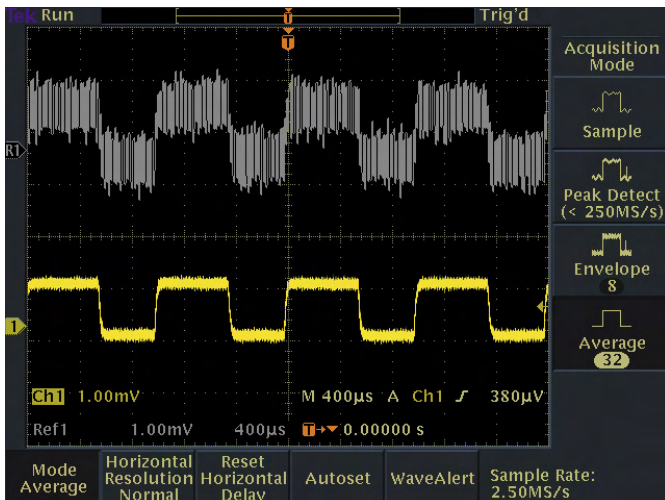
**ZAJRZYJ NA TE STRONY**

[www.dexon.pl](http://www.dexon.pl)  
**TECHNIKA NAGŁOŚNIENIOWA**

**Distrelec** [www.distrelec.com](http://www.distrelec.com)  
 85 000 produktów z zakresu elektroniki i elektrotechniki  
 tel. (061) 849 80 36, faks (061) 849 99 26, [info@distrelec.pl](mailto:info@distrelec.pl)  
 Partner w Polsce - Astat Sp. z o.o. [www.astat.com.pl](http://www.astat.com.pl)

ZAKŁAD OBWODÓW DRUKOWANYCH  
  
[www.kono.com.pl](http://www.kono.com.pl)

**seguro**  
 e l e k t r o n i k  
 tel. 032/231 71 00  
 ATMEL oraz inne elementy elektroniczne sklep internetowy wysyłka do 24 godz.  
[www.seguro.pl](http://www.seguro.pl)



Rys. 60.

użytkownik), z których każdy został przeprowadzony w trybie detekcji wartości szczytowej. Dla jednej tylko obwiedni tryb ten jest podobny do akwizycji z detekcją wartości ekstremalnych.

Zastosowanie takiego rodzaju akwizycji to np. obserwacja sygnałów zmodulowanych amplitudowo, gdzie nie interesuje nas obserwacja nośnej, ale właśnie obwiednia sygnału. Użyteczny też bywa w przypadku obserwacji jittera sygnałów zegarowych. Na rys. 59 przedstawiono rezultat pomiaru sygnału zmodulowanego przy akwizycji z obwiednią.

### Tryb uśredniania (average)

Przebieg widoczny na ekranie jest wynikiem uśredniania wielu kolejnych rejestracji (liczba określana przez użytkownika), z których każda została wykonana w trybie próbkowania. Po pierwszej akwizycji rekord jest zapisany pobranymi próbkami, a na ekranie widać wynik pojedynczego cyklu rejestracji. Próbkę pobierane w drugim cyklu nie nadpisują poprzednich wartości w rekordzie, ale są z nimi uśredniane. Działanie takie jest powtarzane, aż do osiągnięcia zadanej

liczby uśrednień. Oczywiście, aby zastosowanie tego trybu miało sens sygnał powinien być powtarzalny. Przykład przedstawiono na rys. 60: górny przebieg zarejestrowano w trybie *sample*, dolny z wykorzystaniem uśredniania 32x.

Tryb uśredniania redukuje w znacznym stopniu zakłócenia o charakterze przypadkowym, takie jak szum. Jednocześnie należy pamiętać, że w przypadku występowania chwilowych zakłóceń sygnału zostaną one uśrednione z sygnałem niezakłóconym i mogą być niewidoczne. Przejściowe zakłócenia w połączeniu z trybem uśredniania fałszują rzeczywisty kształt przebiegu. Uśrednianiu w dziedzinie czasu odpowiada filtrowanie w dziedzinie częstotliwości. Pasma filtrowania jest tym węższe, im więcej cykli rejestracji objętych jest uśrednianiem. Tryb uśredniania można wykorzystać przy dokładnym pomiarze napięć stałych za pomocą oscyloskopu.

### Baza danych przebiegu (waveform database)

Ten tryb akwizycji stosowany jest w niektórych oscyloskopach firmy Tektronix. Kolejne reje-

**ZAJRZYJ NA TE STRONY**

Zestawy do samodzielnego montażu.  
Projekty na zamówienie.

**www.neplus.pl**

<http://www.wobit.com.pl> / [www.silniki.com](http://www.silniki.com) / [www.prowadnice.com](http://www.prowadnice.com)

[prowadnice](#)    [silniki DC](#)  
[potencjometry](#)    [silniki krokowe](#)  
[czujniki zbliżeniowe](#)

[www.czujniki.pl](http://www.czujniki.pl) / [www.enkodery.pl](http://www.enkodery.pl) / [www.potencjometry.com](http://www.potencjometry.com)

**LARO** [www.laro.com.pl](http://www.laro.com.pl)  
CZĘŚCI ELEKTRONICZNE

**lcel.com.pl**  
nadajemy kształt elektronice

- klawiatury
- obudowy
- materiały pomocnicze
- wsparcie technologiczne
- plyty czołowe
- akcesoria

**www.alarmy-gerard.pl**  
SKLEP INTERNETOWY: [www.gerard.pl](http://www.gerard.pl)

sklep. **INDUCTORS**.pl

PRODUKCJA I SPRZEDAŻ AKCESORIÓW DO BEZKONTAKTOWEJ IDENTYFIKACJI - RFID  
STEROWNIKI MIKROPROCESOROWE NA ZAMÓWIENIE

**www.mikrokontrola.pl**

ul. Wólczyńska 55, 01-908 Warszawa  
tel: [0 prefix 22] 885 55 45, fax: [0 prefix 22] 885 55 44

**www.UNIPROD.com.pl**  
magazyn ponad 700.000 pozycji on-line

**CONRAD** ELEKTRONIKA. TECHNIKA. INNOWACJE.

Elektronika do domu, biura, warsztatu, ogrodu oraz dla hobbystów!

NOWY katalog GŁÓWNY 2008 na [www.conrad.pl](http://www.conrad.pl) lub pod numerem telefonu 022 627 80 80

**MS Elektronika**  
Dystrybutor Elementów Elektronicznych  
Tel. (58) 629 24 69  
Faks: (58) 629 32 00  
E-mail: [info@mselektronik.com.pl](mailto:info@mselektronik.com.pl)

Oferta czynnych i biernych elementów elektronicznych renomowanych producentów

**www.mselektronik.com.pl**

**RENEX**  
NARZĘDZIA DLA ELEKTRONIKÓW  
[www.renex.com.pl](http://www.renex.com.pl)

**ZAJRZYJ NA TE STRONY**

**GAMMA**  
[www.gamma.pl](http://www.gamma.pl)  
 info@gamma.pl  
**PODZESPOŁY ELEKTRONICZNE**

**Cyfronika**  
[www.cyfronika.com.pl](http://www.cyfronika.com.pl)  
 elektronika dla wszystkich  
 sklep internetowy  
 wszystko dla elektroniki  
[www.cyfronika.com.pl](http://www.cyfronika.com.pl)

**HURTOWNIA CZĘŚCI ELEKTRONICZNYCH**  
 firma@piekarz.pl  
 Warszawa, ul. Przy Agorze 28 lok. U1  
 ☎ 022 835 50 41 ☎ 022 213 92 82  
 Warszawa, ul. Wolumen 53, lok. 66  
 ☎ 022 633 28 45  
[www.piekarz.pl](http://www.piekarz.pl)

**ZTS MASZCZYK**  
 05-071 Sulejów-Mitosna  
 ul. Mickiewicza 10  
 tel.: (0 22) 783 45 20  
 fax: (0 22) 783 90 85  
 maszczyk@maszczyk.pl  
[www.maszczyk.pl](http://www.maszczyk.pl)

**TONSIL**  
 zestawy hi-fi  
 głośniki  
 sklep internetowy  
[www.e-tonsil.pl](http://www.e-tonsil.pl)

**MERSERWIS** aparatura kontrolno pomiarowa,  
 elementy automatyki, serwis  
 ul. Gen. Wł. Andersa 10  
 00-201 Warszawa  
 fax/tel: +48 22 831 42 56  
[www.merserwis.pl](http://www.merserwis.pl)

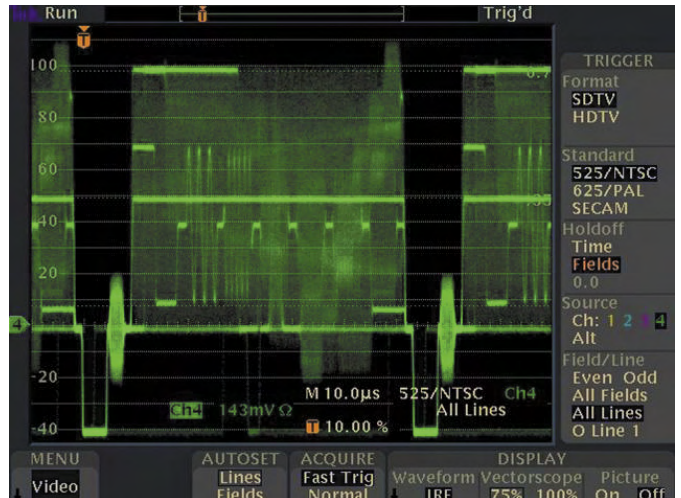
**WIĘCEJ NIŻ PROFESJONALNA DYSTRYBUCJA**  
**ARTHE** [www.marthel.pl](http://www.marthel.pl)  
 UKŁADY SCALONE WINBOND, WARYSTORY  
 TERMISTORY, KOMPUTERY PRZEMYSŁOWE

aparatura pomiarowa, technika lutownicza  
[www.biall.com.pl](http://www.biall.com.pl)  
 końcówki kablowe, narzędzia, oscyloskopy  
**BIALL**

• PODZESPOŁY • KITY AVT • KSIĄŻKI DLA ELEKTRONIKÓW •  
[www.sklep.avt.com.pl](http://www.sklep.avt.com.pl)  
 • ALARMY • CHEMIA DLA ELEKTRONIKÓW • i wiele innych...

PODZESPOŁY ELEKTRONICZNE  
**[Ω] TRIM-POT**  
 tel: +48(12)387-06-01  
 fax: +48(12)387-06-02  
[www.trim-pot.com.pl](http://www.trim-pot.com.pl)

**UNITRA UNIZET**  
[www.unizet.com.pl](http://www.unizet.com.pl)



Rys. 61.

stracie zapisywane są do pamięci tworzącej bazę danych. Typowo ma ona rozmiar 500×200 punktów. Ponieważ każdy punkt ma 8 bajtową reprezentację, zatem trzeci wymiar bazy to 64 bity. Dla każdej zarejestrowanej próbki określone jest jej położenie w osi czasu i amplitudy oraz to, ile razy wystąpiła w danym miejscu (aż do 2<sup>64</sup>). Ma to zastosowanie np. przy pomiarach tzw. diagramów oka, czy generacji histogramów. Obraz na ekranie jest odwzorowany z gradientem kolorów. Ponieważ baza danych jest trójwymiarowa, więc kolor danego punktu odzwierciedla, jak dużo próbek w kolejnych rejestracjach ma właśnie takie współrzędne czasu i amplitudy.

### Szybka akwizycja DPO (*fast acquisition*)

Tryb stosowany wyłącznie w przyrządach firmy Tektronix. Głównym jego atutem jest możliwość wykonywania bardzo wielu rejestracji w jednostce czasu. Praca w tym trybie polega na zapisywaniu wyników kolejnych rejestracji w bazie danych przebiegu o rozmiarze 500×200 punktów i głębokości 21 bitów.

W rzeczywistości na same dane pomiarowe przeznaczonych jest tylko 19 bitów. Na tej podstawie tworzona jest pamięć obrazu w postaci mapy bitowej. Na gradient koloru przeznaczone są 4 bity, co umożliwia uzyskanie 16 odcieni. Zawartość pamięci obrazu jest uaktualniana około 30...60 razy w ciągu sekundy, podczas gdy liczba rejestracji wykonanych w tym czasie jest rzędu nawet kilkuset tysięcy. Przykład wykorzystania trybu DPO przy obserwacji sygnału wizyjnego przedstawiono na rys. 61. Na obraz otrzymywany w tym trybie pracy należy patrzeć jak na mapę, która za pomocą poziomic odzwierciedla na płaszczyźnie rzeczywiste, trójwymiarowe ukształtowanie terenu. Dane przebiegu rejestrowanego w trybie DPO mogą być eksportowane do zewnętrznych programów kalkulacyjnych i tam odtworzone na wykresach trójwymiarowych (np. w Mathcad).

### Segmentacja pamięci

Pamięć akwizycji zamiast tworzyć jeden długi rekord może być podzielona na krótsze odcinki. Pozwala to na wykonanie serii szybko następujących po sobie rejestracji

# BEZPRZEWODOWY DOSTĘP DO TWOICH URZĄDZEŃ

oraz zachowanie wyniku każdej z nich w pamięci oscyloskopu. Tryb ten może być wykorzystywany np. wtedy, gdy zachodzi potrzeba zarejestrowania zdarzeń, pomiędzy którymi kształt przebiegu jest nieistotny i nie musi zajmować miejsca w pamięci. Umożliwia to bardziej efektywne wykorzystanie dostępnych zasobów. Jednocześnie, krótsze odcinki przebiegu mogą być rejestrowane z większą częstotliwością, niż miałyby to miejsce w przypadku długich przedziałów, obejmujących nieistotne fragmenty przebiegu. Określenia takiego sposobu akwizycji są różne, w zależności od producenta. Tektronix określa go jako *fast frame*. Yokogawa stosuje nazwę *N Single Mode*. Przedstawiona poprzednio akwizycja z bazą danych przebiegu układa jakby kolejne akwizycje piętro w sobie. Z kolei segmentacja pamięci układa je jedna za drugą na odcinku określonym całkowitą długością dostępnej pamięci.

## Tryb przewijania (roll mode)

Dla długich podstaw, czas zapisu rekordu jest również długi. To samo dotyczy odświeżania treści ekrana.

Przy podstawie rzędu kilku-kilkunastu s/dz, oś czasu ekranu obejmuje odcinek o długości nawet kilku minut. Oczywiście odświeżanie treści obrazu co tak długi czas jest niepraktyczne. Zbyt długi czas oczekiwania na pojawienie się przebiegu sugeruje uszkodzenie przyrządu. Dlatego, dla długich podstaw czasu stosowana jest tzw. płynąca podstawa czasu. Uaktualnienie treści obrazu nie odbywa się dopiero po zapisaniu całego rekordu ale sukcesywnie, w miarę jego zapisywania. Przebieg jest na ekranie przesuwany od lewej do prawej krawędzi. Na tym właśnie polega tryb przewijania. W wielu oscyloskopach tryb *roll mode* włącza się automatycznie, jeśli tylko podstawę czasu ustawiono odpowiednio długą. W trybie tym podstawa czasu nie jest wyzwalana (*free run*).

Przy pomiarach z długimi podstawami czasu należy pamiętać, że drastycznie maleje częstotliwość próbkowania, a więc i pasmo ulega istotnemu zawężeniu (nawet do kilku czy kilkunastu Hz). Warto rozważyć stosowanie w trybie przewijania detekcji wartości szczytowych.

**Andrzej Kamieniecki**

R E K L A M A

**www.sklep-avt.pl**  
**tel. 022 257 84 50**

## POTENCJOMETRY 10-OBROTOWE



**Cellular GSM/GPRS**

**OnCell G21501**  
Przemysłowy modem GSM/GPRS z portem szeregowym

**ThinkCoreW300**  
komputery wbudowane komunikacja GSM/GPRS lub WLAN od 1 do 4 portów szeregowych

**NPort 6650**  
serwery portów szeregowych komunikacja GSM/GPRS 8, 16 lub 32 porty szeregowy

**AWK-1200**  
przemysłowy Access Point WLAN Access Point/Bridge WLAN stopień ochrony IP68

**NPort W2000**  
serwer portów szeregowych komunikacja WLAN 1,2 lub 4 porty szeregowy



**MOXA®**

ELMARK Automatyka sp. z o.o.  
00-341 Warszawa  
ul. Radna 12  
Tel. (022) 821-30-54  
Fax. (022) 821-30-55  
elmark@elmark.com.pl

