

Przedostatnia część artykułu o OPC zawiera szereg informacji o dodatkowych możliwościach oferowanych przez tego typu przyrządy. Niezwykle cenne będzie także tabelaryczne zestawienie najbardziej istotnych wad i zalet OPC w stosunku do analogowej techniki pomiaru.

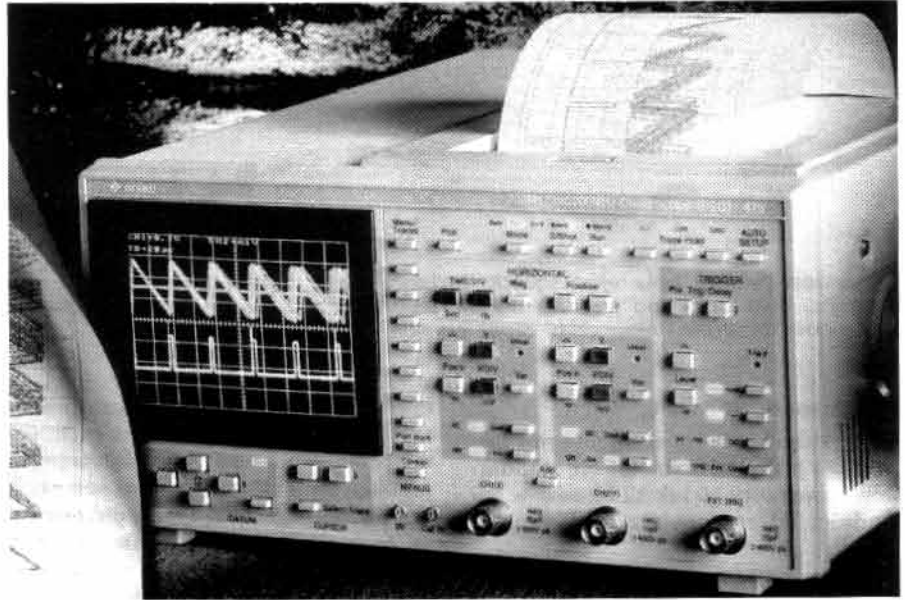
# Oscyloskopy z pamięcią cyfrową, część 5

## Parametry obwodów wejściowych OPC

Ponieważ obwody wejściowe w OPC są analogowe więc mają takie same parametry jak oscyloskopy analogowe: impedancja wejściowa wynosi  $1M\Omega$  lub  $50\Omega$ , zakresy współczynników czasu są zmieniane w sekwencji 1 - 2 - 5 od pojedynczych mV do V. Szerokość pasma analogowego obwodów wejściowych zazwyczaj jest o wiele większa niż użyteczne pasmo zapamiętywanych częstotliwości i im jest ono większe tym mniejsze są wnoszone przez nie zniekształcenia amplitudowe i fazowe, ważne zwłaszcza przy zapamiętywaniu przebiegów w wielu kanałach równocześnie.

## Układy próbkująco-pamiętające i przetworniki A-C

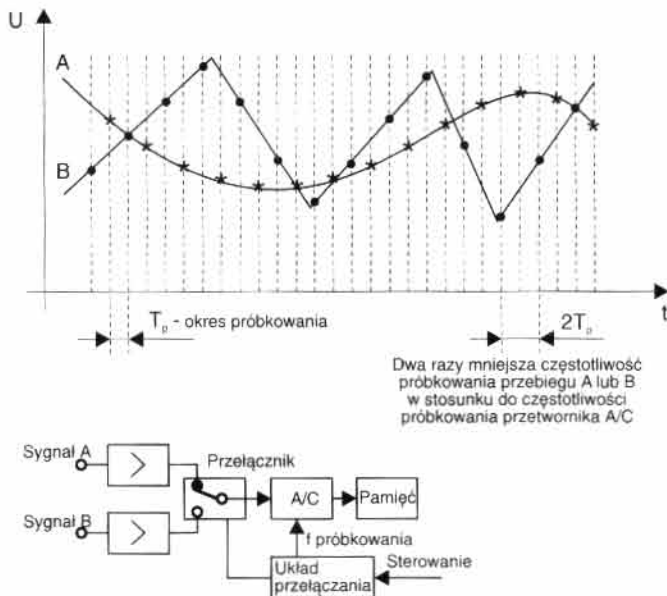
We współczesnych OPC zazwyczaj na jeden kanał wejściowy przypada jeden przetwornik A/C. W niektórych oscyloskopach przetwornik jest poprzedzony układem próbkująco-pamiętającym. Układy te zarówno spotyka się w oscyloskopach mających niskie jak i bardzo wysokie częstotliwości próbkowania, przy czym ich działanie jest różne. W OPC o wysokiej rozdzielczości



OPC z wbudowanym czterokolorowym ploterem drukujący obraz badanego przebiegu. Klawisze do obsługi przyrządu mają działanie wielostopniowe np. wciśnięte mocniej, szybciej przesuwać obraz na ekranie.

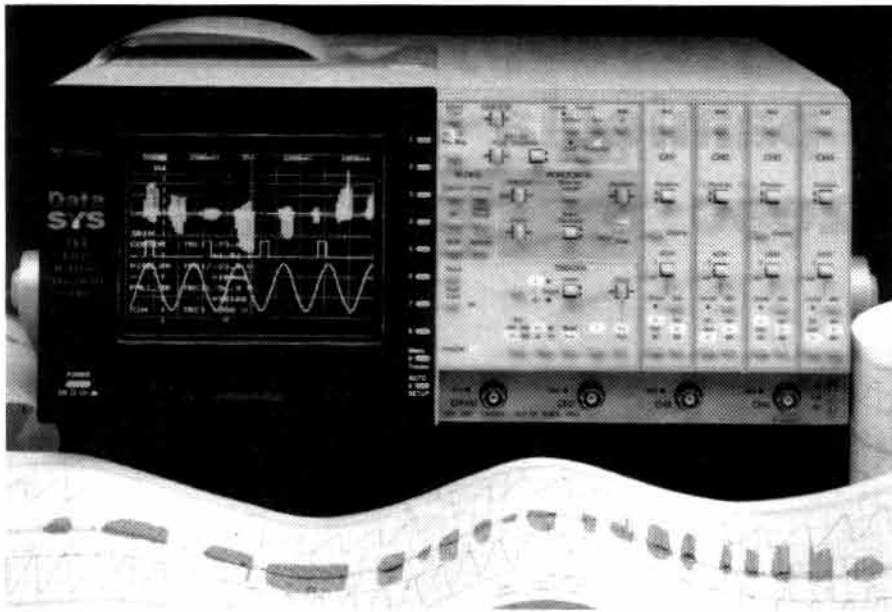
ci 12 bitów z próbkowaniem sekwencyjnym istnienie układu próbkującego jest konieczne i wymagana jest duża dokładność działania tego układu. W takich oscyloskopach analogowo-

cyfrowych na dwa kanały przypada jeden przetwornik A-C (rys. 24). Powoduje to niekorzystne ograniczenie użytecznej szerokości zapamiętywanych obu przebiegów, gdyż przetwornik na przemian próbuje, raz przebieg z pierwszego kanału a raz z drugiego. Stąd rzeczywista częstotliwość próbkowania przypadająca na każdy kanał jest dwa razy mniejsza niż w przypadku gdy próbkowany jest tylko przebieg z jednego kanału. We współczesnych OPC stosuje się próbkowanie z nakładaniem (ang. interleaving). Jest ono stosowane w przypadku gdy w oscyloskopie czterokanałowym chcemy zapamiętywać przebiegi tylko z jednego kanału (rys. 25). Wtedy przebieg jest kolejno próbkowany przez poszczególne przetworniki A-C i dzięki temu możliwe jest uzyskanie czterokrotnie wyższych maksymalnych częstotliwości próbkowania, a więc i pasma zapamiętywanych przebiegów, niż wynosi maksymalna częstotliwość próbkowania każdego z przetworników A-C z osobna. Przebieg jest po zapamiętaniu składany z próbek z poszczególnych szybkich pamięci typu RAM.



Dwa razy mniejsza częstotliwość próbkowania przebiegu A lub B w stosunku do częstotliwości próbkowania przetwornika A/C

Rys. 24. Próbkowanie dwóch sygnałów przy pomocy jednego przetwornika A-C



Oscyloskop cyfrowy typu rejestrującego tworzący ciągly wydruk przebiegów z ekranu. Linia ciągła na wydruku stanowi kalibrowaną oś czasu z naniesionymi godzinami, minutami i sekundami czasu pomiaru.

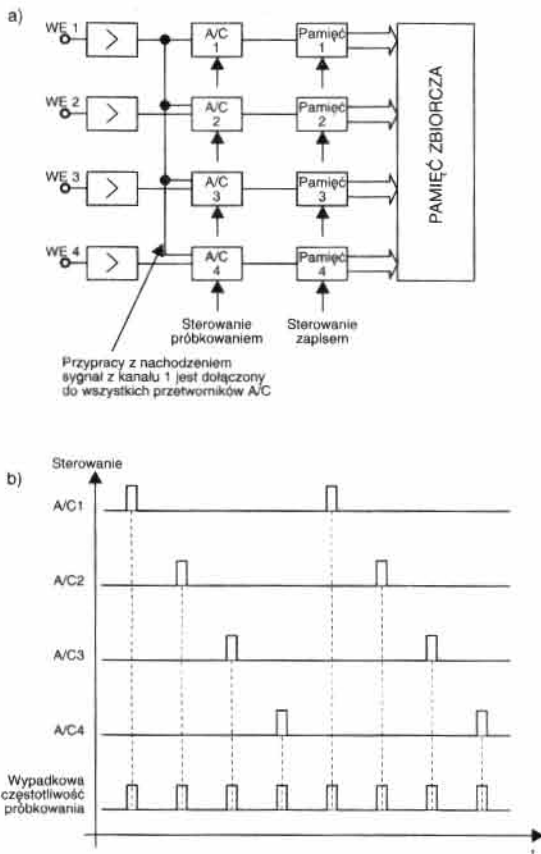
### Procesory w OPC

Do sterowania poszczególnymi rodzajami pracy OPC stosuje się standardowe procesory 16 lub 32 bitowe, w zależności od stopnia rozbudowy przy-

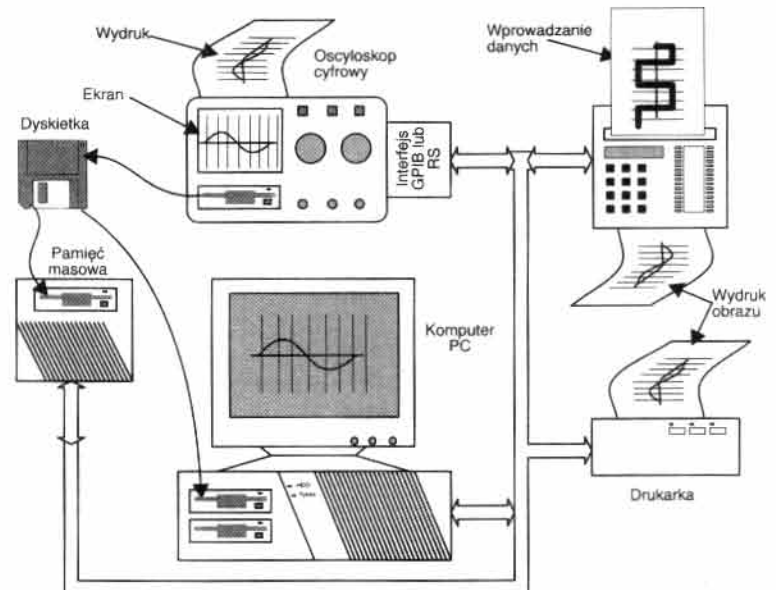
rzędu. Natomiast do dokonywania szybkich operacji matematycznych, pomiarów parametrów zapamiętywanych przebiegów i cyfrowego przetwarzania sygnałów, które to operacje dokonywane są w czasie rzędu ułamka sekundy i przedstawiane na ekranie w czasie rzeczywistym, niezauważalnym dla obsługującego, wymagane jest stosowanie specjalizowanych, rozbudowanych układów procesorowych, o dużych możliwościach i szybkościach dokonywania obliczeń. Niektóre firmy stosują gotowe procesory a inne stosują własne układy wieloprocessorowe, np. firma Tektronix procesor typu Tri Star. Dzięki temu OPC mogą dokonywać szybkiej transformaty Fouriera, uśredniania, histogramów i trendów przebiegów, filtracji cyfrowej i innych procedur cyfrowej obróbki sygnałów.

### Programowalność pracy OPC

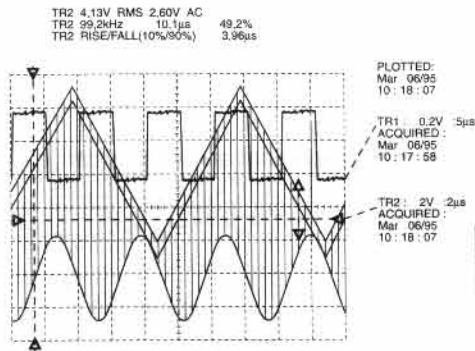
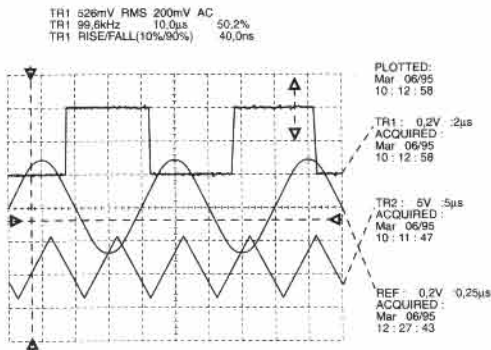
Rodzaje pracy tak złożonych przyrządów, jakimi są OPC jak i procedury pomiarowe mogą być zadawane poprzez programowanie. Poszczególne procedury programowe mogą zawierać nawet kilkaset kroków. W oscyloskopie można zapamiętywać zarówno nastawy parametrów jak i poszczególne programy, by potem szybko je przywoływać do dokonania pomiarów. Mając do dyspozycji taką bibliotekę procedur i programów zawartej w samym przyrządzie, jego obsługa staje się łatwa, mimo bardzo skomplikowanej budowy przyrządu. Również włączanie i przygotowanie OPC do pracy nie wymaga żmudnego jak w oscyloskopie analogowym lokalizowania linii przebiegu, gdyż może to być dokonywane automatycznie. Służy do tego przycisk automatycznego ustawienia, oznaczony zazwyczaj jako „auto set up”, którego przciśnięcie powoduje, że oscyloskop samoczynnie tak dobiera swoje wartości nastaw, na ekranie przedstawiany jest przebieg o amplitudzie mieszczą-



Rys. 25. Zasada próbkowania z nachodzeniem: a) schemat blokowy układu, b) wykres czasowy.



Rys. 26. Sposoby komunikowania się OPC z urządzeniami zewnętrznymi i użytkownikiem



Rys. 27. Wydruki z wewnętrznego plotera w OPC. U góry znajdują się wyniki cyfrowe pomiarów napięcia, częstotliwości i czasu narastania, z boku data i czas oraz opisy nastaw parametrów dla każdego z przebiegów.

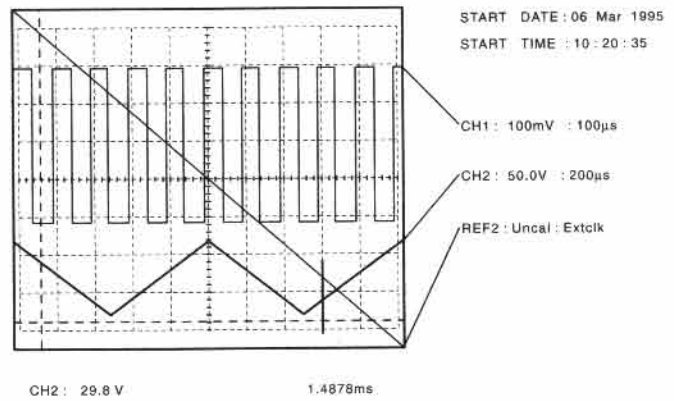
cej się w wielkości pola odczytowego ekranu i widoczne jest jego dwa lub trzy okresy, a warunki wyzwolenia ustawiają się na najbardziej optymalnych nastawach. Jest to jeden z najbardziej przyjaznych dla użytkownika rodzajów pracy OPC.

**Interfejsy**

Ponieważ wszystkie nastawy parametrów oraz zapamiętywanie i przechowywanie przebiegów ustala się poprzez układy cyfrowe, stąd istnieje możliwość zarówno sterowania pracą OPC jak i przesyłania zapamiętywanych przebiegów poprzez standardowe magistrale interfejsowe szeregowo typu RS lub równoległe typu IEEE488. Umożliwiany jest w ten standardowy sposób współpraca OPC z urządzeniami zewnętrznymi takimi jak komputery PC, drukarki przebiegów, pamięci masowe czy fakсы do przesyłania zapamiętanych przebiegów poprzez linie telekomunikacyjne, rys. 26.

**Drukarki**

Ponieważ ilość informacji przedstawiona na ekranie OPC jest znana, użytkownik w celach dokumentacyjnych może przerysować zawartość ekranu,



Rys. 28b. Wydruk z drukarki termicznej w OPC z dodatkowymi opisami nastaw parametrów, a u dołu z wynikami pomiarów kursorami widocznymi jako pionowe i poziome linie przerywane i krótki pionowy odcinek na dolnym przebiegu.

Tabela 4. Wady i zalety oscyloskopów analogowych i cyfrowych

Oscyloskop analogowy	Oscyloskop cyfrowy
	<b>ZALETY</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dokładność pomiaru napięcia <math>\leq 1.5\%</math></li> <li>2. Dokładność pomiaru czasu <math>\leq 1\%</math></li> <li>3. Stała szerokość pasma</li> <li>4. Stała rozdzielczość w osi X i w osi Y</li> <li>5. Możliwość modulacji jasności przebiegów</li> <li>6. Adaptowanie jasności obrazu w zależności od repetycji przebiegów (dla lampy z powielaczem mikrokanalikowym)</li> <li>7. Niższa cena niż OPC o podobnych parametrach</li> <li>8. Duża częstotliwość powtarzania pomiarów i zmian treści obrazu</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dokładność pomiaru napięcia <math>\leq 1\%</math></li> <li>2. Dokładność pomiaru czasu <math>\leq 0.001\%</math> (z ekspansją cyfrową)</li> <li>3. Stała programowana jasność obrazu</li> <li>4. Zdolność do ciągłego zapamiętywania przebiegów</li> <li>5. Możliwość zapamiętywania przebiegów jednorazowych i przypadkowych</li> <li>6. Możliwość rejestracji przebiegów o bardzo długim czasie trwania</li> <li>7. Możliwość porównania na ekranie aktualnych przebiegów z zapamiętanym uprzednio i automatyczne ich selekcjonowanie</li> <li>8. Łatwość przetwarzania zapamiętanych przebiegów i przesyłanie do urządzeń peryferyjnych</li> <li>9. Możliwość rejestracji często powtarzających się przebiegów na tle rzadziej powtarzalnych (ze zmienną persystencją)</li> <li>10. Możliwość kontrolowanej rejestracji części przebiegów przed momentem wyzwolenia</li> </ol>
	<b>WADY</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ograniczone bądź żadne możliwości oglądania przebiegu przed momentem wyzwolenia</li> <li>2. Jasność przebiegów na ekranie zależna od częstotliwości przebiegów</li> <li>3. Możliwość przetwarzania sygnałów ograniczona tylko do przebiegów powtarzalnych</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ograniczona częstotliwość próbkowania</li> <li>2. Duże lub bardzo duże błędy przelastczania uniemożliwiające pomiary</li> <li>3. Mała częstotliwość powtarzania cyklu pomiarowego i treści obrazu, duża część przebiegu nie może być zapamiętana</li> <li>4. Konieczność zwracania uwagi na częstotliwość próbkowania i sygnałów celem uniknięcia błędów przelastczania</li> <li>5. Zmienne pasmo zapamiętywanych przebiegów zależne o nastaw współczynnika czasu</li> </ol>

co jest bardzo czasochłonne i istnieje możliwość dokonania pomyłek. Może zrobić zdjęcie ekranu co jest drogie i pracochłonne lub przesłać zawartość obrazu do zewnętrznej drukarki poprzez interfejs co jest czasochłonne i wymaga posiadania interfejsu, komputera i drukarki. Obecnie spotyka się coraz częściej w OPC wewnętrzne drukarki termiczne lub kolorowe plotery. Prekursorem w tej dziedzinie jest firma Gould, która wyposaża wszystkie swoje oscyloskopy w wewnętrzne drukarki. Wydruki zawierają całość informacji przedstawionych na ekranie, da-

tę, czas i dodatkowe komentarze (rys. 27 a/b). Firma Gould oferuje również oscyloskopy typu rejestrującego (term. ang. *recording oscilloscope*), które drukują w sposób ciągle zmieniające się sygnały i opisy z ekranu. Na taśmie papieru są drukowane przez szybką drukarkę termiczną równocześnie z przebiegami znaczniki czasowe opisujące oś czasu. Długość wydruków może sięgać 10m uzyskiwanych w ciągu jednej minuty. Stworzenie tak dokładnej i pełnej dokumentacji w tak krótkim czasie w inny sposób jest praktycznie niemożliwe.

### Zalety i wady OPC

W tabeli 4 przedstawiono zalety i wady oscyloskopów cyfrowych. Należy pamiętać, że niektóre wady takie jak ciągle niska częstotliwość zapamiętywanych przebiegów jednorazowych oraz częstotliwość powtarzania pomiarów są szybko poprawione w miarę rozwoju techniki cyfrowej i należy je oceniać relatywnie do stawianych zadań pomiarowych.

**Marek Dras**