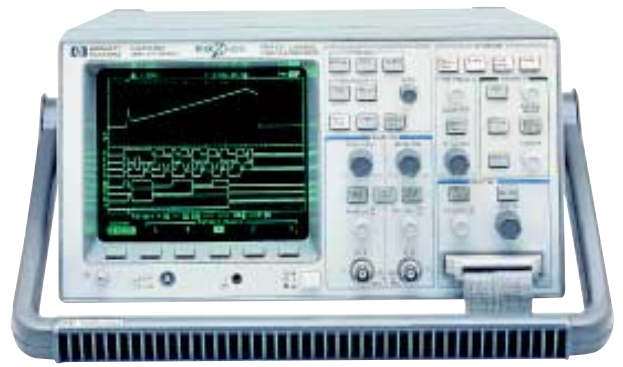




HEWLETT PACKARD

Nowe wyzwania... ...i nowe rozwiązania



Oscyloskop analogowo-cyfrowy **HP54645D**

Czy pamiętasz drogi Czytelniku te lata kiedy łatwo było podzielić urządzenia elektroniczne na analogowe i cyfrowe? Konstruktor systemu analogowego brał z półki stary, dobry oscyloskop i po kilku ruchach jego galkami wiedział, co szwankuje w projektowanym urządzeniu. Z drugiej strony projektant systemu cyfrowego rozwiązywał problem posiłkując się analizatorem stanów logicznych...

Małe zamieszanie wprowadziło pojawienie się na rynku tanich mikroprocesorów. Efektem tego był gwałtowny wzrost zainteresowania metodami cyfrowego przetwarzania sygnałów (CPS). Koncepcja „ucyfrowienia” sygnału analogowego, a następnie jego dalszej obróbki metodami CPS ma bowiem tę zaletę, że zdecydowanie upraszcza budowę urządzenia - obniżając jednocześnie koszt. Odpowiednie przetworniki analogowe jak wzmacniacze, filtry, itp. (sprzęt) zostają zastąpione „przetwornikiem wirtualnym” (fragmentem programu). Nie bez znaczenia jest również związana z tym miniaturyzacja urządzeń. Dokładność takiego systemu jest praktycznie ograniczona jedynie dokładnością przetworników analogowo-cyfrowych i błędami arytmetyki procesora wykonującego obliczenia.

Tak więc na przełomie ostatnich kilkunastu lat wykształciła się nowa klasa urządzeń elektronicznych zwanych analogowo-cyfrowymi. Konstruktorzy tych systemów borykają się z problemami związanymi z dostępnością tanich, niezawodnych i dokładnych urządzeń pomiarowych umożliwiających weryfikację projektu. Do niedawna jedynym sposobem rozwiązania tego problemu było wykorzystanie zarówno oscyloskopu jak i analizatora stanów logicznych. Dopiero wprowadzony w 1996 roku, przez firmę Hewlett-Packard nowy produkt - oscyloskop cyfrowy HP54645D stanowi, w tej klasie urządzeń, kompletne narzędzie pomiarowe. Łączy bowiem prostotę obsługi oscyloskopu analogowego (klasyczne pokręta do ustawiania tłumienia wejściowego, podstawy czasu, poziomu wyzwalania, położenia, itp.) z możliwością jednoczesnej obserwacji sygnałów pochodzących z 18 punktów pomiarowych (w tym do dwóch sygnałów analogowych i do 16 cyfrowych). Nie jest to jednak zwykłe zintegrowanie, w jednej obudowie, oscyloskopu z analizatorem stanów logicznych. Potęgą HP54645D leży w możliwościach wyzwalania sygnałami bądź kombinacjami sygnałów ze wszystkich 18 kanałów. Pasma o szerokości 100MHz i częstotliwość próbkowania 200MSa/s każdego z 18 niezależnych przetworników oscyloskopu, umożliwiają weryfikację poprawności działania praktycznie każdego współczesnego urządzenia zbudowanego na bazie 8-bitowego mikrokontrolera. Charakterystyczną cechą niemal każdego urządzenia analogowo-cyfrowego jest operowanie na stosunkowo wolnych sygnałach analogowych (reprezentujących zjawisko fizyczne) oraz bardzo szybkich sygnałach cyfrowych. Analiza wymaga zatem obserwacji sygnału w długim oknie czasowym, ale jednocześnie z zachowaniem dużej rozdzielczości w dziedzinie czasu (innymi słowy szybko próbkowanym). Przyrząd HP54645D umożliwi obserwację do 5ms przebiegu przy zachowaniu maksymalnej rozdzielczości 5ns.

Dla lepszego zrozumienia wagi głębszej pa-

mięci akwizycji, porównujemy opisywany oscyloskop z popularnymi oscyloskopami dostępnymi na rynku. Założmy, że ten drugi ma zdolność próbkowania sygnału z częstotliwością 1GSa/s, ale wyposażony jest w pamięć tylko tysiąca próbek. W tym samym co poprzednio oknie czasowym zostanie zarejestrowany sygnał z rozdzielczością... 5µs (częstotliwość próbkowania zostaje automatycznie zredukowana 1GHz do 200kHz!). Nie ma to może specjalnego znaczenia w przypadku badania regularnego przebiegu wolnozmiennego, ale w systemie analogowo-cyfrowym utrudnia analizę sygnałów cyfrowych i korelację tych ostatnich z przebiegami analogowymi. Nie zostało powiedziane, jak na razie, o wadach oscyloskopu wyposażonego w głęboką pamięć akwizycji. Zazwyczaj, w klasycznych oscyloskopach, podstawową niedogodnością jest tu istnienie tzw. długiej strefy martwej (ang. „dead-time”). W tym czasie przyrząd pomiarowy nie reaguje na polecenia wydawane przez operatora (dyskomfort użytkownika) ale, co gorsze, nie wykonuje śledzenia sygnału wejściowego (utrata informacji o sygnale!). Wynika to z konieczności wykorzystania całej mocy obliczeniowej procesora oscyloskopu do przygotowania i wyświetlania na ekranie zarejestrowanych próbek, uprzednio wpisanych do pamięci. HP54645D nie jest jednak „zwykłym” oscyloskopem. Zastosowana została w nim technika MegaZoom. Pod tym tajemniczym hasłem kryje się aż pięć procesorów, pracujących równolegle.

Odpowiednio 3 procesory odpowiedzialne są za sterowanie:

1. Akwizycją danych w kanałach analogowych.
2. Akwizycją danych w kanałach cyfrowych.
3. Wyświetlaniem próbek na ekranie oscyloskopu.

Czwarty procesor nadzoruje pracę całego systemu. Zastosowanie piątego procesora wynika bezpośrednio z funkcji, którą wykonuje. Założmy, że typowa rozdzielczość pozioma oscyloskopu cyfrowego wynosi 500 punktów. W tej sytuacji wyświetlanie miliona próbek na ekranie oznacza wyświetlane 2000 próbek na każdy punkt w osi X. Nie ma to specjalnego sensu, gdyż obraz staje się nieczytelny. Piąty procesor (komercyjnie stosowany procesor DSP), posługując się odpowiednio zoptymalizowanymi algorytmami CPS dokonuje decymacji @250 (wybierania 1 z pośród 250) próbek do wyświetlania na ekranie (kompresja). Pokróćce przyjrzyjmy się podstawowym technikom decymacji stosowanym w oscyloskopach cyfrowych:

- **Prosta decymacja** - każdorazowo wybierana jest pierwsza próbka a kolejne 249 są ignorowane. Ponieważ próbki są pobierane zawsze w równych odstępach czasu, istnieje niebezpieczeństwo wystąpienia aliasingu. W związku z powyższym, pomimo prostoty implementacyjnej, Hewlett-Packard nie stosuje jej w swoich oscyloskopach. Jedyny wyjątek od tej reguły stanowi sytuacja, kiedy włączona jest w oscyloskopie funkcja obliczania widma za pomocą FFT (są wówczas wymagane równe odstępy czasu).

- **Decymacja losowa** - każdorazowo losowana jest liczba z przedziału (1,250) i wybierana do wyświetlenia jest próbka o wylosowanym numerze. Jest to technika lepiej zabezpie-

czona przed aliasingiem, gdyż istnieje małe prawdopodobieństwo aby sygnał „zaciął” się na częstotliwości sygnału. W tzw. trybie „normal” jest to podstawowa technika stosowana w oscyloskopach HP.

- **Decymacja z detekcją impulsów** (ang. peak detection) - z pośród 250 próbek wybierane są dwie - jedna o wartości (nie mylić z numerem) najmniejszej, a druga o wartości największej. Jak nie trudno sobie wyobrazić stosując tę technikę można zobrazować na ekranie oscyloskopu wszelkie anomalie sygnału, jak np. krótkie przepięcia. HP54645D stosuje tę metodę kompresji danych jednocześnie z decymacją losową, jeżeli jest ustawiony na tryb „peak detect”. Opisywaną technikę, jak każdy tryb specjalny, należy jednak stosować rozumnie. Jako kontr-przykład można podać np. obrazowanie sygnału zmodulowanego amplitudowo. Po włączeniu trybu „peak detect” zobaczymy na ekranie wyraźny zarys obwiedni sygnału, ale kształt nośnej będzie nieczytelny.

- **Decymacja wygładzająca** (ang. smoothing) - na ekranie wyświetlana jest wartość średnia wyliczona z 250 próbek (nie należy mylić wygładzanie z uśrednianiem, to drugie dotyczy całego przebiegu). Technika ta odpowiada fizycznemu zastosowaniu filtra decymacyjnego skaskadowanemu z filtrem dolno-przepustowym. W HP54645D zastosowaną tą technikę tylko przy włączonej funkcji uśredniania przebiegów, w celu dodatkowego ograniczenia zaszumienia przebiegu na ekranie.

Przedstawione techniki, jak się już uważny Czytelnik zorientował, dotyczą kompresji wyświetlanych danych z kanałów analogowych. W przypadku kanałów cyfrowych HLP 54645D bez względu na tryb pracy oscyloskopu („normal” czy „peak detect”) stosowaną zawsze techniką jest decymacja z detekcją impulsów (w tym przypadku określana mianem „glicht detect”).

Reasumując dzięki zrównolegleniu przetwarzania danych w oscyloskopie uzyskano zmniejszenie strefy martwej, szybkie reagowanie na zmiany ustawień oscyloskopu zadawane przez operatora oraz szybkie odświeżanie ekranu (3 miliony punktów na sekundę). To jednak nie koniec dobrodziejstw techniki MegaZoom. Zgodnie z tym co może sugerować nazwa, technika ta pozwala również na przeglądanie pamięci próbek za pomocą powiększania interesujących fragmentów przebiegu jak również przesuwaniu się po pamięci w osi czasu i to zarówno w czasie, gdy oscyloskop wykonuje akwizycję (co pewnie nikogo nie dziwi) jak i kiedy akwizycja jest zatrzymana.

Ponieważ wiemy już doskonale jak przebiega pomiar, warto na zakończenie warto wspomnieć chociaż o tym jak może się zaczynać. Otóż HP 54645D wyposażono w rozbudowany system wyzwalania. Zarówno standardowe wyzwalanie zbroczem, ale również impulsem (dostępne operatory „<”, „>” lub impuls o długości mieszczącej się w zadanym przez operatora zakresie), wzorem cyfrowym (z dostępnymi operatorami logicznej sumy, iloczynu, implikacji; wejścia, wyjścia i zadanego czasu utrzymania się wzoru cyfrowego), sygnałem TV, jak również 50Hz („line”).

(ta)