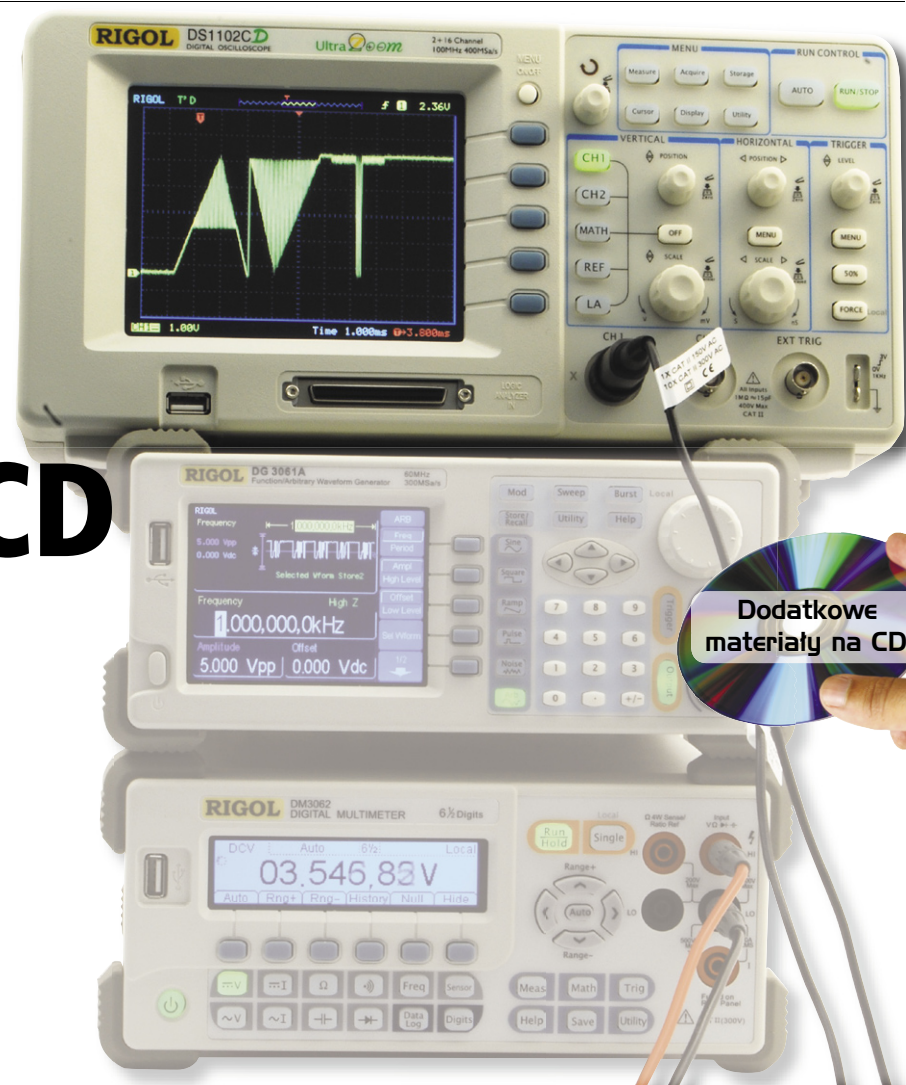


Oscyloskop cyfrowy Rigol DS1102CD

Na zdjęciu tytułowym widzimy zestaw pomiarowy złożony z przyrządów firmy Rigol. Dwa z nich – multimetr laboratoryjny i generator arbitralny zostały już opisane w poprzednich numerach EP, do omówienia pozostał jeszcze oscyloskop cyfrowy. Każdy z tych przyrządów można oczywiście nabyć oddzielnie, w zależności od potrzeb i możliwości finansowych.

Po lekturze poprzednich artykułów Czytelnicy zapewne nabrali już własnego poglądu na temat przyrządów firmy Rigol. Tym, którzy z marką tą spotykają się po raz pierwszy przypominam, że jest to chiński producent nowoczesnych przyrządów pomiarowych, charakteryzujących się przyzwoitymi parametrami technicznymi i ceną, która powinna być akceptowalna nawet dla amatorów. Dotyczy to przede wszystkim najniższych modeli, ale nawet te wyższe nie „kładą na kolana” pod względem kosztów, jakie trzeba przeznaczyć na zakup. Uznanie budzi staranność i estetyka wykonania każdego z opisywanych przyrządów, ergonomia pracy oraz uwzględnienie trendów aktualnie obowiązujących w technice pomiarowej.

Mimo, że oferta firmy Rigol jest ułożona dość klarownie, to decyzja o zakupie takiego, czy innego oscyloskopu nie będzie łatwa. Należy rozważyć kilka czynników i w każdym przypadku ostateczny wybór będzie kompromisem pomiędzy możliwościami

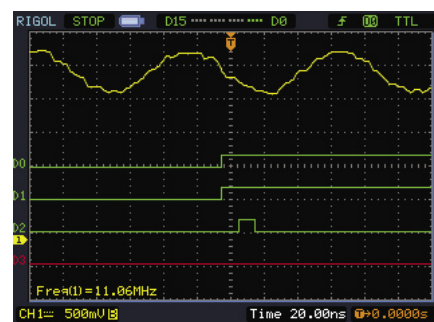


i ceną przyrządu. Mówiąc o czynnikach musimy rozróżnić własności funkcjonalne (typ ekranu, moduł analizatora stanów logicznych, wbudowane funkcje pomiarowe, współpraca z innymi przyrządami np. generatorem arbitralnym itp.) oraz parametry techniczne (pasmo, częstotliwość próbkowania, długość rekordu itd.). Niestety nie znajdziemy oscyloskopu, który spełni wszystkie nasze „zachcianki”. Jeśli spodobają nam się w jakimś konkretnym modelu funkcje przyrządu, to prawdopodobnie będziemy mieli niedosyt związany z jego parametrami technicznymi i *vice versa*.

Przejdźmy zatem do konkretów, najwyższy czas otworzyć pudełko z oscyloskopem. Jest to model DS1102CD, co oznacza: dwa analogowe kanały pomiarowe i 16-kanałowy analizator stanów logicznych, pasmo analogowe 100 MHz (80 MHz dla pojedynczego impulsu), częstotliwość próbkowania max. 400 MSa/s w trybie rzeczywistym i 25 GSa/s w trybie ekwiwalentnym (200 MSa/s dla

analizatora). Już na tym etapie charakteryzowania przyrządu pewną wątpliwość może budzić dość przeciętna, jak na aktualnie obowiązujące standardy sprzętu profesjonalnego, częstotliwość próbkowania. Zauważmy, że niemal w tej samej cenie można wybrać z oferty Rigola oscyloskop o częstotliwości próbkowania 2 GSa/s, ale nie ma on jednak analizatora stanów logicznych.

Możliwość jednoczesnej pracy kanałów analogowych i analizatora stanów logicznych (rys. 1) upoważnia do zakwalifikowania DS1102CD do grupy oscyloskopów



Rys. 1. Jednoczesna obserwacja przebiegów analogowych i cyfrowych

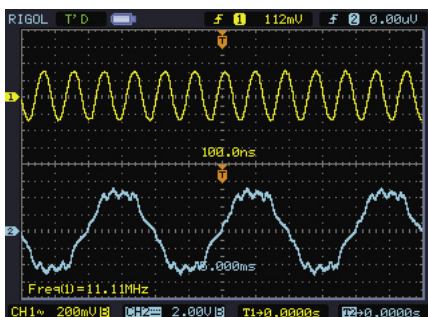
sygnałów mieszanych. Do wyświetlenia można wybrać dowolne przebiegi z dowolnych kanałów cyfrowych i wygodnie ustawić je na ekranie. Przed rozpoczęciem pomiarów z użyciem analizatora stanów cyfrowych należy określić standard napięciowy sond. Obowiązuje on dla wszystkich wejść cyfrowych jednocześnie. Dostępne są: TTL, CMOS, ECL oraz *User*, w którym napięcia progowe mogą być regulowane w zakresie od -8 do 8 V. Podczas pracy z sygnałami mieszanymi punkt wyzwalania może być ustalany zarówno z kanałów analogowych, jak i cyfrowych. Do wychwycenia interesującej nas sytuacji doskonale nadaje się wyzwalanie wzorcem (*pattern*). W takim przypadku układ akwizycji rozpoczyna pracę w chwili pojawienia się zdefiniowanej wcześniej kombinacji stanów na wejściach cyfrowych, przy czym może być zastosowane dodatkowe wyprzedzenie lub opóźnienie, jakie jest dostępne w każdym oscyloskopie cyfrowym.

Układ wyzwalania stanowi mocną stronę oscyloskopu DS1102CD. W większości przypadków bez większego problemu można uzyskać stabilny obraz na ekranie, jest to tylko kwestia wybrania odpowiedniego trybu pracy. Do dyspozycji mamy wyzwalanie: zboczem, szerokością impulsu, nachyleniem zbocza, sygnałem telewizyjnym, wzorcem sygnału cyfrowego, długością impulsu cyfrowego. Jednoczesna obserwacja dwóch asynchronicznych przebiegów o różnych częstotliwościach, tak aby oscylogramy były wyświetlane stabilnie może być dość kłopotliwa, jeśli nie przewidziano do tego odpowiedniego trybu wyzwalania. Oscyloskop DS1102CD radzi sobie z taką sytuacją, wystarczy ustawić tryb wyzwalania *Alterna-*

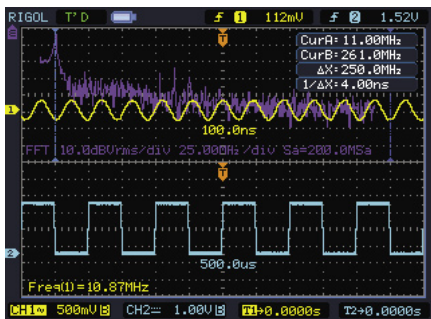
tive. Określamy w nim, niezależnie dla każdego kanału, parametry wyzwalania i w rezultacie uzyskujemy stabilne przebiegi (**rys. 2**). Wszystkie wbudowane funkcje po-

miarowe oraz możliwość korzystania z kursorów ekranowych pozostają oczywiście nadal do dyspozycji. Jedynym mankamentem jest brak możliwości rozdzielania (na

Tab. 1. Wybrane parametry techniczne oscyloskopów serii DS1000		
Akwizycja		
Szybkość próbkowania	400 MSA/s (tryb rzeczywisty) 25 GSA/s (tryb ekwiwalentny) 200 MSA/s (analizator stanów logicznych)	
Uśrednianie	2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256	
Wejścia		
Impedancja wejściowa	1 MΩ ±2%, 15 pF ±3 pF	
Maksymalne napięcie wejściowe	kanały analogowe	400 V (DC+AC szczytowe)
	kanały cyfrowe	40 V (DC+AC szczytowe)
Opóźnienie czasowe pomiędzy kanałami	500 ps	
Odchylenie poziome		
Długość rekordu	1 M – praca z jednym kanałem	
	512 k – praca z dwoma kanałami	
	512 k – analizator stanów logicznych	
Zakres podstawy czasu	5 ns/dz...50 s/dz – DS1102xx, DS1062xx	
	10 ns/dz...50 s/dz – DS1042x	
	20 ns/dz...50 s/dz – DS1022x	
	w sekwencji 1-2-5	
Odchylenie pionowe		
Rozdzielczość przetwornika A/C	8 bitów	
Zakres czułości	2 mV/dz...5 V/dz	
Pasma analogowe	100 MHz (DS1102CDD, DS1102CD)	
	60 MHz (DS1062CD, DS1062C)	
	40 MHz (DS1042CD, DS1042C)	
	25 MHz (DS1022CD, DS1022C)	
Pasma pojedynczego impulsu	80 MHz (DS1102CDD, DS1102CD)	
	60 MHz (DS1062CD, DS1062C)	
	40 MHz (DS1042CD, DS1042C)	
	25 MHz (DS1022CD, DS1022C)	
Ograniczenie pasma	20 MHz	
Częstotliwość graniczna (AC 3 dB)	<=5 Hz na wejściu BNC	
Czas narastania na gnieździe BNC (typowo)	<3,5 ns dla wersji 100 MHz	
	<5,8 ns dla wersji 60 MHz	
	<8,7 ns dla wersji 40 MHz	
	<14 ns dla wersji 25 MHz	
Wyzwalanie		
Czułość wyzwalania	0,1...1,0 dz (regulowana)	
Zakres poziomu wyzwalania	wyzwalanie wewnętrzne	±12 działek liczonych od środka ekranu
	EXT (zewnętrzne)	±1,6 V
	EXT/5 (zewnętrzne)	±8 V
Zakres czasu martwego	100 ns...1,5 s	
Szerokość impulsu wyzwalającego	20 ns...10 s	
Wyzwalanie sygnałem telewizyjnym	NTSC, PAL, SECAM Zakres liczby linii 1...525 (NTSC), 1...625 (PAL/SECAM)	
Wyzwalanie wzorcem logicznym	D0...D15, stanem H, L, X, zboczem narastającym lub opadającym	
Pomiary		
Pomiar automatyczny (możliwość wyświetlania wszystkich parametrów lub tylko wybranych)	V _{pp} , V _{amp} , V _{max} , V _{min} , V _{top} , V _{base} , V _{avg} , V _{rms} , wysokość napięcia (overshot), wysokość poprzedzający (preshot), częstotliwość, okres, czas narastania, czas opadania, szerokość impulsu, współczynnik wypełnienia, opóźnienie między dwoma sygnałami	
Wyświetlacz		
Typ ekranu	Ciekłokrystaliczny TFT, przekątna 5,7 cala (145 mm)	
Rozdzielczość	320x234 piksele	
Kontrast	150:1	
Jaskrawość podświetlania	300 nitów	
Parametry mechaniczne		
Wymiary	303x154x133 mm	
Masa	ok. 2,4 kg	



Rys. 2. Praca układu wyzwalania w trybie *Alternative*

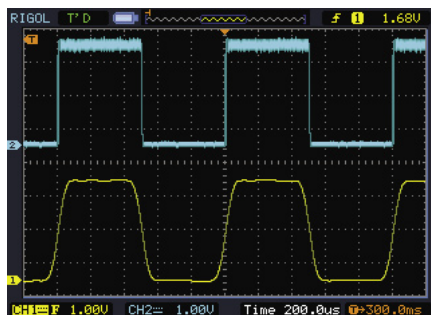


Rys. 3. Funkcja FFT działająca przy włączonym wyzwalaniu *Alternative*

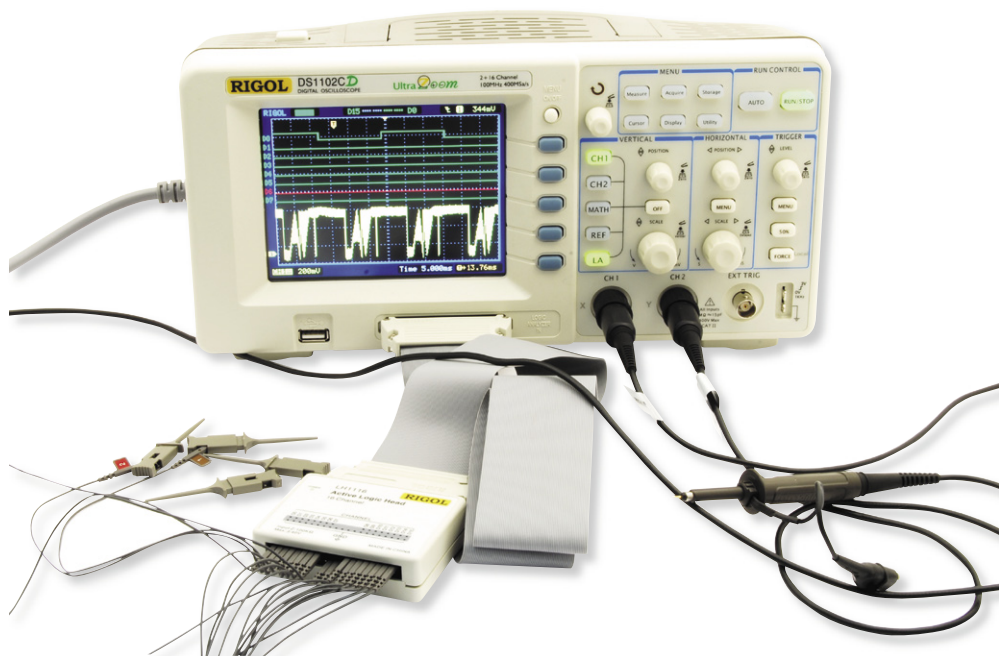
dwa odrębne okna) wyniku analizy FFT od oscylogramu badanego przebiegu i jeśli nie uda się ich wystarczająco rozsunąć, to nakładają się na siebie (rys. 3)

Oscyloskop DS1102CD oprócz swojego podstawowego przeznaczenia, jakim jest wyświetlanie przebiegów elektrycznych, może pełnić również funkcję prostego multimetru. Jego dokładność nie będzie dorównywała przyrządom specjalnie do tego celu skonstruowanym, ale w wielu przypadkach na pewno będzie wystarczająca. Zaletą natomiast są pomiary, których zwykłe multimetry nie oferują. Parametry sygnałów elektrycznych mierzone automatycznie przez oscyloskop DS1102CD zostały przedstawione w tab. 1.

Korzystanie z oscyloskopu cyfrowego wymaga pewnej specyficznej wprawy i umiejętności, trochę innej niż w przypadku przyrządów analogowych. W recenzjach oscyloskopów zwracaliśmy wielokrotnie uwagę na to, że przebieg widoczny na ekranie nie zawsze musi być tym, który mierzymy. Stosunkowo łatwo jest „nabrać się” na artefakty pojawiające się w oscylogramach, a będące tylko efektem próbkowania. Pewnych szczegółów oscylogramu można również nie dostrzec, jeśli układ



Rys. 4. Efekt działania filtra przeciwzakłócenieniowego i dolnoprzepustowego filtra cyfrowego



akwizycji danych będzie pracował w trybie *Normal*. W zależności od wybranej szybkości pracy podstawy czasu zmienia się częstotliwość próbkowania i pewne elementy znajdujące się pomiędzy próbkami nie są uwidaczniane na ekranie. Aby uniknąć takich sytuacji można wybrać akwizycję typu *Peak Detect*, dla której próbki są zbierane zawsze z maksymalną częstotliwością.

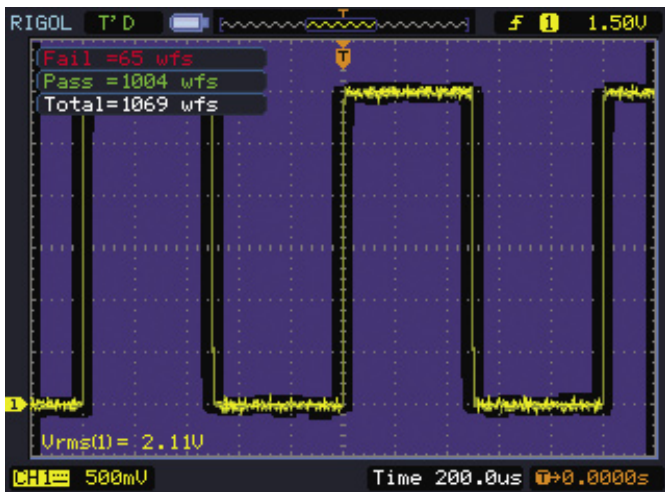
Podobnie jest z zakłóceniami. Wykonując pomiary trzeba być oczywiście świadomym ich obecności, ale najczęściej korzystne będzie ich odfiltrowanie. Pozwoli to określić niektóre parametry samego sygnału. Filtracji można dokonać na kilka sposobów. Pierwszym jest włączenie filtra przeciwzakłócenieniowego ograniczającego pasmo oscyloskopu do ok. 20 MHz. Służą do tego klawisze „CH1” i „CH2”, te same, którymi ustawia się inne parametry kanałów pomiarowych. Można też włączyć filtr cyfrowy o charakterystyce dolno/górno przepustowej lub środkowo przepustowej/zaporowej. Częstotliwości graniczne tych filtrów są ustawiane przez użytkownika. Przykład działania takiego filtra przedstawiono na rys. 4.

Jedną z najcenniejszych zalet oscyloskopów cyfrowych jest możliwość zapisywania wyników pomiarów oraz nastaw przyrządu w pamięci wewnętrznej lub zewnętrznej (pendrive). Pozwala to np. na wygodne porównywanie przebiegów w uruchamianym lub serwisowanym urządzeniu z prze-

biegiem zarejestrowanym wcześniej w sprawnym egzemplarzu. Do takich szybkich porównań można również użyć tzw. przebiegu referencyjnego. Jest on wyświetlany jednocześnie z aktualnie mierzonymi sygnałami, można go przesunąć na ekranie, zmieniać czułość osi napięciowej i osi czasu, zachowuje się więc jak dodatkowy, wirtualny kanał pomiarowy. Nie może być jednak brany jako argument operacji matematycznych.

Możliwość korzystania z pendrive'ów wynika m.in. z wyposażenia oscyloskopu w interfejs USB, który może również służyć do komunikacji z komputerem, drukarką lub innymi przyrządami pomiarowymi. W artykule o generatorze arbitralnym (EP8/2008) była opisana metoda definiowania własnego przebiegu arbitralnego poprzez przesłanie jakiegoś rzeczywistego przebiegu zmierzonego oscyloskopem. Taki sposób nie wymaga ręcznego wprowadzania, punkt po punkcie, kształtu sygnału i dobrze oddaje jego naturalny charakter.

Oprócz portu USB, do dyspozycji jest również typowy port szeregowy (RS232). Na tylnej ścianie przyrządu umieszczono ponadto gniazdo BNC izolowanego wyjścia *Pass/Fail*. Jest ono wykorzystywane podczas określania czy badany przebieg mieści się w założonej tolerancji. W przypadku przekroczenia dopuszczalnego zakresu może być (w zależności od ustawień) generowany dźwiękowy sygnał błędu, sygnał elektryczny na wspomnianym wyżej wyjściu,



Rys. 5. Badanie czy przebieg mieści się w obszarze tolerancji – test Pass/Fail

modyfikowane są odpowiednio liczniki: wykonanych pomiarów, wykrytych błędów, pomiarów poprawnych (rys. 5). Sygnał z wyjścia Pass/Fail najczęściej jest wykorzystywany do odrzucenia, albo co najmniej zaznaczenia wadliwego urządzenia, co jest realizowane poprzez odpowiednie układy automatyki stanowiska pomiarowego.

Oscyloskop DS1102CD oprócz swojego podstawowego trybu pracy może służyć również jako rejestrator i to dość specyficzny, bo zapamiętujący nie wybrane parametry sygnału, lecz całe oscylogramy. Interwały czasu pomiędzy zapamiętywaniem poszczególnych ramek są definiowane przez użytkownika w zakresie od 1 ms do 1000 s. Tworzy się w ten sposób swojego rodzaju „film” dokumentujący pomiary.

Podsumowanie

Oscyloskop DS1102CD, jak i inne przyrządy firmy Rigol opisywane w poprzednich artykułach, należy ocenić bardzo pozytywnie, mając przy tym świadomość, że nie jest

to sprzęt najwyższej klasy. Zastrzeżenie można mieć do wentylatora, który według subiektywnego odczucia pracował w testowanym oscyloskopie zbyt głośno. Pod rozwagę przy zakupie trzeba rozpatrzyć przydatność analizatora stanów logicznych, który w dość znacznym stopniu decyduje o cenie oscyloskopu. Należy się więc spodziewać, że model ten będzie wybierany właśnie z uwagi na kanały cyfrowe. Istotnym parametrem oscyloskopu cyfrowego jest częstotliwość próbkowania, która jak już było wspomniane nie jest za wysoka dla DS1102CD (400 MSa/s w trybie rzeczywistym, o trybie ekwiwalentnym nie mówimy, bo tak naprawdę jest to parametr wymieniany głównie w celach reklamowych). Pewną rekompensatą jest stosunkowo duży rekord: 1 M próbek dla pracy jednokanałowej i 512 k podczas używania obu kanałów.

**Jarosław Doliński,
EP
jaroslaw.dolinski
@ep.com.pl**

Dodatkowe informacje

NDN-ZBIGNIEW DANILUK, 02-784 Warszawa, ul. Janowskiego 15,
tel/fax: 022 641-61-96, 022 644-42-50, 022 641-15-47
e-mail: ndn@ndn.com.pl, www.ndn.com.pl

WANTED

napędy i sterowanie miesięcznik naukowo-techniczny Nr 7/8 (111/112)
 Rok X
 Lipiec-Sierpień 2008
 ISSN 1500-2704
 WYDAWCA: EP
 Cena: 10,75 zł
 (wzrost 7% 2008)

napędy • automatyka przemysłowa • energoelektronika • aparatura kontrolno-pomiarowa • mechatronika
 • systemy zasilające • układy zabezpieczeń • napędy peryferyjne • hydraulika • pneumatyka • robotyka

Koło ekspertów...

... do wszelkich zadań napędowych

sinamics drives
 www.siemens.pl/sinamics
 SIEMENS

REWARD \$ 1,000,000

SPOSOBÓW JEST WIELE...

... TYLKO PO CO TYLE ZACHODU?

SZYBCIEJ... TANIEJ...

WWW.NIS.COM.PL