



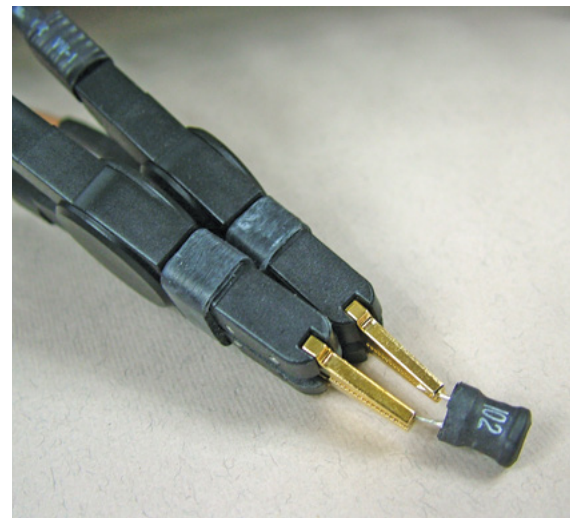
Mostek RLC – MICROTEST 6377

Chyba najczęściej opisywanymi przyrządami pomiarowymi, trafiającymi do redakcyjnych testów, są oscyloskopy cyfrowe. Nieco rzadziej otrzymujemy analizatory widma, analizatory stanów logicznych, zasilacze, generatory. Mierniki RLC (mostki) plasują się gdzieś na końcu tej popularności, a są to przyrządy trudne do zastąpienia w zastosowaniach produkcyjnych i nie tylko.

Microtest Corporation jest firmą specjalizującą się w produkcji sprzętu pomiarowego wykorzystywanego przede wszystkim w liniach montażowych urządzeń elektronicznych. Są to zarówno przyrządy samodzielne, jak również złożone stanowiska pomiarowe. W ofercie Microtestu znajdziemy m.in.: mostki RLC, analizatory impedancji, testery transformatorów, testery kabli, źródła

prądowe DC, impulsowe/udarowe testery wykorzystywane do pomiarów elementów indukcyjnych (cewek, silników, transformatorów, przekaźników itp.), testery wysokonapięciowe, stanowiska pomiarowe silników itp. Microtest produkuje ponadto liczne akcesoria wykorzystywane w swoich urządzeniach, zamawiane najczęściej jako oprzyrządowanie opcjonalne.

Dodatkowe informacje:
NDN, 02-784 Warszawa, ul. Janowskiego 15,
tel./faks: 22-641-15-47, tel. 22-641-61-96,
e-mail: ndn@ndn.com.pl, www.ndn.com.pl



Mostek RLC 6377

Mostki RLC stanowią ważną, przy tym całym pokazną grupę wyrobów Microtestu. Użytkownik z pewnością wybierze dla siebie przyrząd spełniający jego oczekiwania. W ofercie znajdują się ekonomiczne i względnie tanie mostki RLC (6370, 6371 i 6372), a także znacznie bardziej zaawansowane mierniki 6373...6377, charakteryzujące się przede wszystkim dużymi częstotliwościami pomiarowymi (do 10 MHz).

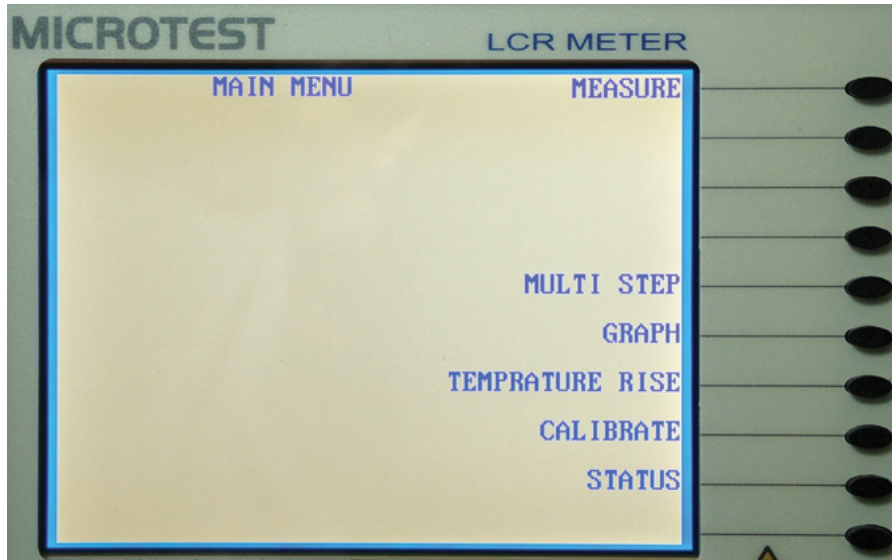
Mimo, że przyrządy te nazywamy mostkami, to obsługa ich w niczym nie przypomina obsługi klasycznych mostków RLC, jakie znamy ze szkoły. Wszystkie przyrządy są wykonane w technice cyfrowej umożliwiającej wykorzystanie zautomatyzowanych algorytmów pomiarowych, więc w ogólnym przypadku należy tylko dołączyć klipsy pomiarowe do badanego elementu i uruchomić odpowiednią procedurę, aby chwilę po tym otrzymać gotowe

wyniki na wyświetlaczu LCD. Możliwe jest oczywiście przekazywanie wyników pomiarów do komputera, a nawet automatyczne sterowanie całą procedurą pomiarową na podstawie rozkazów przesyłanych interfejsem np. GPIB.

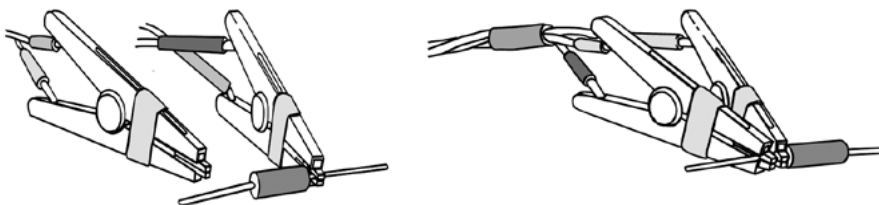
Elementy obsługi mostka 6377

Pomiary wykonywane mostkami Microtestu opisano na podstawie miernika o oznaczeniu 6377. Tym przyrządem można mierzyć elementy RLC w zakresie częstotliwości od 20 Hz do 1 MHz, sygnałem o poziomie od 10 mV do 2 V RMS. Tryby pomiarowe są wybierane przyciskami funkcyjnymi rozmieszczonymi wzdłuż prawej krawędzi ekranu (**fotografia 1**). Możliwy jest pomiar stałonapięciowy (tylko dla rezystancji) lub zmiennonapięciowy (dla rezystancji, indukcyjności i pojemności). Po wybraniu pomiarów AC, na ekranie pojawiają się opcje związane z tym trybem, a więc: pojemność (C), indukcyjność (L), reakcja (X), susceptancja (B = 1/X), impedancja (Z) i admitancja (Y = 1/Z). Parametry te są w ogólnym przypadku wyrażane liczbami zespolonymi, więc mierząc je obliczane są też inne powiązane z nimi wielkości. Na przykład, w pomiarze pojemności badany element jest traktowany nie jako idealny kondensator, lecz jako kondensator z rezystorem szeregowym lub równoległym – w zależności od wyboru konfiguracji. Otwierają się zatem możliwości równoczesnego pomiaru dobroci (Q), tangensa delta (D) określającego straty w dielektryku kondensatora, rezystancji szeregowej lub równoległej (R), a także konduktancji (G = 1/R). Do pomiarów jest wykorzystywany sygnał o parametrach, które mogą być regulowane przez użytkownika (napięcie RMS, częstotliwość). Regulacja polega np. na wyborze predefiniowanych przez producenta wartości. Wykorzystywane są do tego przyciski kursorowe. Zmianie podlega podświetlony wcześniej parametr, np. częstotliwość. Wartości liczbowe mogą być określane także za pomocą klawiatury numerycznej. Wybrana wartość musi mieścić się w dopuszczalnym dla danego modelu zakresie, ale użytkownik jest ostrzegany, gdy popełni jakiś błąd. Większość przycisków klawiatury numerycznej umieszczonej na przedniej ścianie miernika ma zwielokrotnione znaczenie. Na przykład po naciśnięciu przycisku *Units* jest możliwe przynajmniej teoretyczne skrócenie wprowadzania długich liczb przez zastosowanie odpowiedniego mnożnika (mili, mikro, nano, piko, kilo, mega itd.).

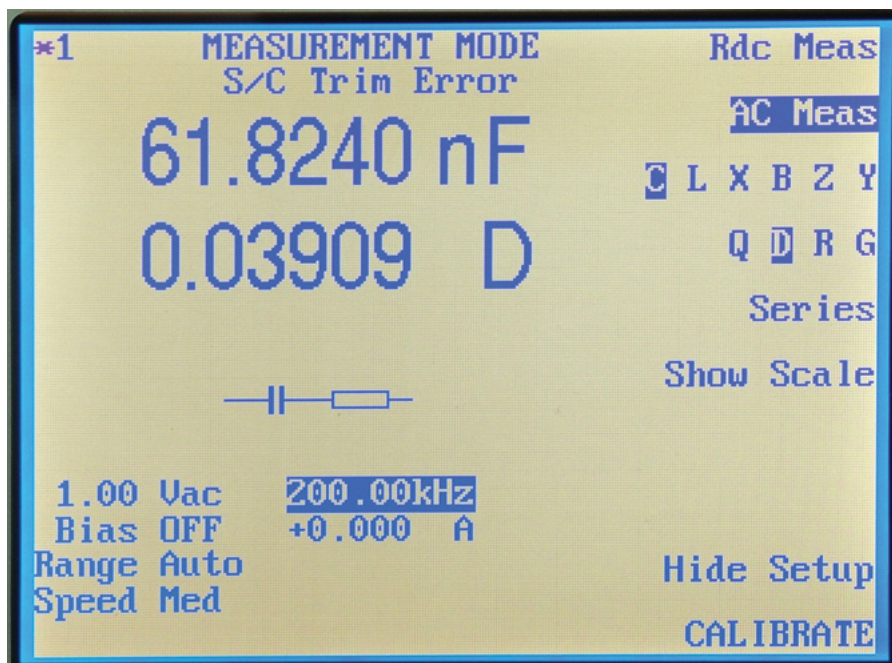
Mostek RLC mierzy parametry elementów w bardzo szerokim zakresie. W niektórych przypadkach, np. podczas pomiarów małych rezystancji, pojemności lub indukcyjności, wiążą się z tym powszechnie znane problemy. Przede wszystkim jest to wpływ



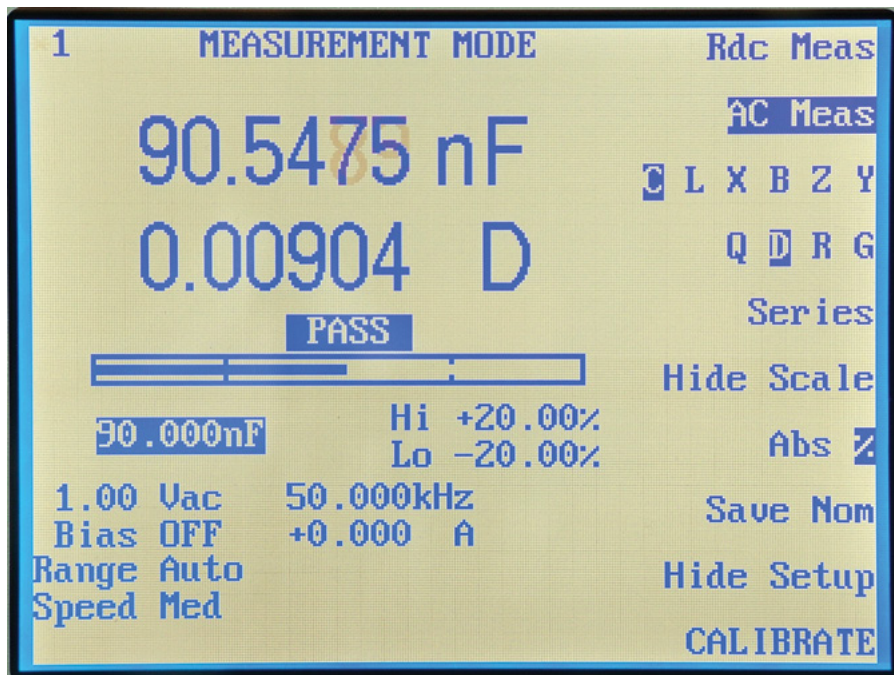
Fotografia 1. Elementy regulacyjne rozmieszczone na płycie czołowej mostka 6377



Rysunek 2. Łączenie klipsów pomiarowych podczas kalibracji zwarciowej



Fotografia 3. Przykładowe wyniki pomiarów wykonywanych mostkiem 6377



Fotografia 4. Sygnalizacja poprawności wyniku („Pass”) lub przekroczenia któregoś z limitów („Hi”, „Lo”)

wszelkich wielkości pasożytniczych występujących w układzie pomiarowym, zakłócających wyznaczenie zasadniczego parametru. Pomiar może być również zniekształcony wskutek nie uwzględnienia spadków napięć na kablach pomiarowych. Z tego powodu należy zwracać baczna uwagę na odpowiednie przygotowanie stanowiska pomiarowego. Przed rozpoczęciem pracy zalecane jest wykonywanie kalibracji z takim rozmieszczeniem wszystkich elementów, które później nie ulegnie już zmianie. Czasami nawet niewielka zmiana położenia kabli pomiarowych może spowodować zafalszowanie wyników. Kalibracja obejmuje test z otwartym obwodem pomiarowym i ze zwarcie, a także regulację wstępnego napięcia w stałoprądowych pomiarach rezystancji. Nigdy nie należy bezpośrednio łączyć ze sobą klipsów pomiarowych, powinny być one zapiwane np. wyprowadzenia elementu (rysunek 2). Kalibracja jest wykonywana w pełnym zakresie częstotliwości lub w jednym z dwóch podzakresów.

W celu wyeliminowania spadków napięć na kablach pomiarowych stosowane jest tzw. kelwinowskie połączenie 4-przewodowe. Na przedniej ścianie obudowy miernika znajdują się cztery gniazda BNC, do których jest dołączany kabel pomiarowy składający się z czterech ekranowanych przewodów. Jego długość nie powinna przekraczać 2 metrów. Drugie końce przewodów są dołączane do specjalnych klipsów. W kablu znajduje się też przewód, który powinien być łączony z masą badanego urządzenia. Gniazda oznaczono kolorami, co ułatwia prawidłowe połączenie poszczególnych przewodów. Żółtym kolorem oznaczono np. źródło sygnału, prąd powrotny wpływa natomiast do gniazda brązowego. Dwa wewnętrzne przewody są wykorzystywane do monitorowania napięcia na badanym elemencie.

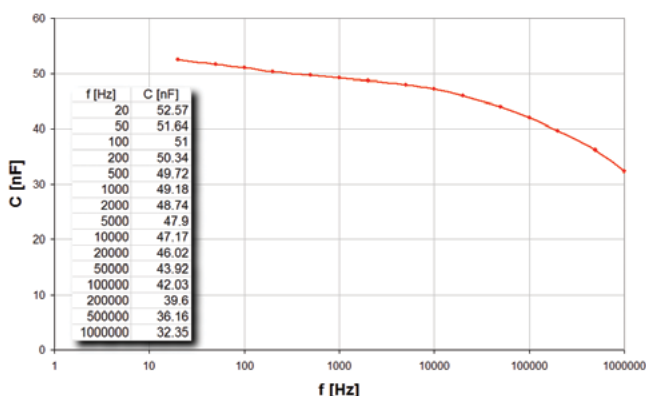
Do szeroko pojętych elementów regulacyjnych należy zaliczyć także przełącznik standardu napięcia zasilającego, wyłącznik sieciowy, pokrętko regulacji kontrastu oraz

gniazda interfejsów komunikacyjnych, w jakie wyposażono miernik 6377. Wszystkie te elementy znajdują się na tylnej ścianie przyrządu. Wątpliwość budzi brak wyłącznika zasilania na płycie czołowej. Każdorazowe sięganie gdzieś głęboko do tyłu – miernik nie jest mały – może okazać się mocno niewygodne w praktyce. Usprawiedliwieniem mogą być tylko określone względy konstrukcyjne. Obecność interfejsu RS232 i portu równoległego, przy braku USB może świadczyć o dość starej konstrukcji mostka, co oczywiście nie pozostałych jego cech funkcjonalnych. Sytuację w takich przypadkach ratuje nadal nieśmiertelny GPIB.

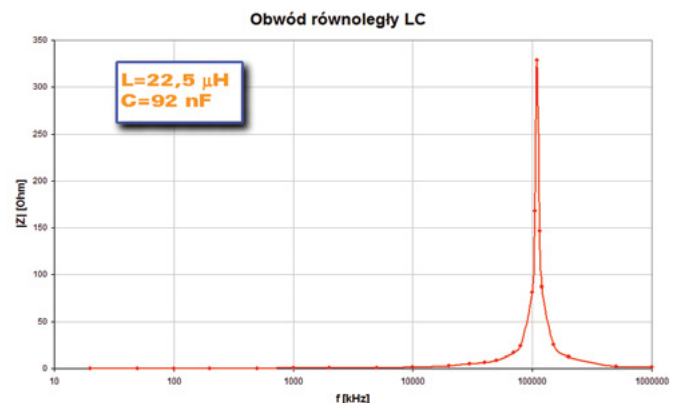
Pomiary

W podstawowym trybie mierzone są chwilowe wartości wybranych parametrów, które są następnie wyświetlane na ekranie (fotografia 3). Wskazania są odświeżane z szybkością *Max*, *Fast*, *Medium* lub *Slow*. Przewidziano także ręczne wyzwalanie pomiarów. W zależności od wybranej konfiguracji (Series lub Parallel) pomiar niektórych parametrów jest zablokowany. Na przykład, w konfiguracji równoległej dla indukcyjności nie ma możliwości wyznaczania reaktancji, jest za to susceptancja. Odwrotnie jest w pomiarze szeregowym.

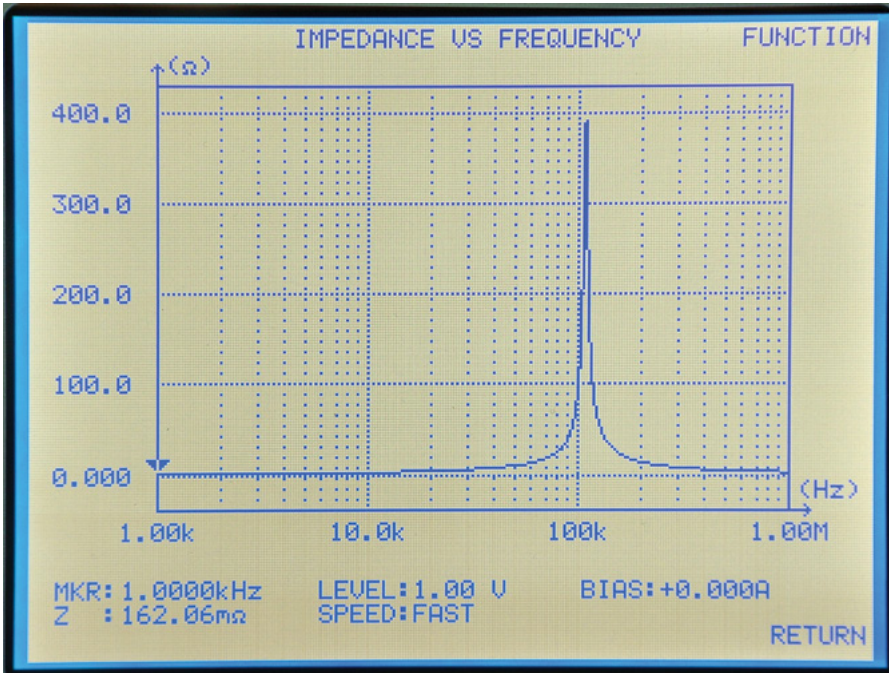
Mierniki RLC, z uwagi na swoją precyzję, są często wykorzystywane do dokładnego dobierania elementów. Zwykle zakładany jest pewien dopuszczalny rozrzut parametrów. W takich przypadkach nieodzowny jest test określający czy dany element mieści się w zadanej tolerancji czy nie. Odpowiedni tryb zostaje uruchomiony po włączeniu bargrafu (opcja „Show Scale”). Użytkownik powinien wprowadzić wartość nominalną parametru i jej procentowe odchylenie *in plus* i *in minus*. Czasami wygodniej jest zadać dopuszczalny rozrzut poprzez podanie tylko wartości minimalnej i maksymalnej. Teraz po wyświetleniu wartości mierzonego parametru miernik sprawdza czy mieści się ona w zadanym zakresie i wyświetlany jest komunikat „Pass” oznaczający pozytywny



Rysunek 5. Wyniki pomiarów pojemności kondensatora ceramicznego 47 nF w funkcji częstotliwości



Rysunek 6. Wyniki pomiarów impedancji równoległego obwodu LC



Fotografia 7. Wykres impedancji tworzony przez miernik

wynik testu, albo „Hi” lub „Lo” oznaczające przekroczenie odpowiednio górnego lub dolnego limitu (fotografia 4).

Bardzo często biorąc do ręki element pasywny z myślą o zastosowaniu go w jakimś urządzeniu całkowicie zapominamy o tym, że jego parametry w większości przypadków dość mocno zależą od częstotliwości. Mostek 6377 doskonale nadaje się do weryfikacji takich przypadków. Na rysunku 5 przedstawiono wyniki pomiarów kondensatora ceramicznego 47 nF. Wykorzystano cały, dostępny w tym przyrządzie zakres częstotliwości (20 Hz...1 MHz). Z kolei na rysunku 6 przedstawiono wyniki pomiarów impedancji równoległego obwodu LC, składającego się z cewki 22,5 μ H i kondensatora 92 nF. Przedstawione charakterystyki zdjęto ręcznie, podobny efekt można jednak uzyskać znacznie szybciej korzystając z opcji „Graph” uruchamianej z menu głównego. Po zadaniu parametrów granicznych miernik sam

wykonuje pomiary, na podstawie których tworzony jest następnie wykres wybranego parametru. Jest on wyświetlany na ekranie przyrządu (fotografia 7). Mostek 6377 nie jest przystosowany do pomiarów z sygnałami AC zawierającymi składową stałą. Należy jednak pamiętać, że pomiar taki jest dalece niewskazany przy badaniu elementów indukcyjnych z żelaznym rdzeniem oraz cewek ferrytowych. Składowa stała mogłaby powodować trwale magnesowanie rdzeni, a w konsekwencji istotną zmianę parametrów elementu. Także łącząc obwód pomiarowy trzeba zwracać uwagę na to, by klipsy nie zakłócały warunków pracy badanych elementów.

Pomiary złożone

Mostek 6377 umożliwia testowanie elementów przez automatyczne wykonanie maksimum 30 pomiarów. Test taki jest

wykonywany w pełni autonomicznie, bez konieczności dołączania mostka do komputera. Przed pomiarem użytkownik musi zdefiniować operacje wykonywane w każdym kroku. Odpowiednia procedura jest uruchamiana poleceniem „MULTI STEP” z menu głównego. Cały pomiar ma charakter testu Pass/Fail, stąd oprócz wskazania samych parametrów wprowadzane są ich dopuszczalne zakresy. W każdym kroku może być stosowana inna częstotliwość sygnału, dopuszczalne są ponadto różne szybkości wykonywania pomiarów. Tak przygotowane zestawy (rysunek 8) warto zapisywać w wewnętrznej pamięci miernika w celu ponownego ich wykorzystania w innym czasie. Każdemu zapisywanemu zestawowi użytkownik nadaje własną nazwę, ułatwiającą późniejsze administrowanie całym archiwum. Pomiar jest uruchamiany naciśnięciem przycisku RUN. Miernik wykonuje poszczególne kroki pomiarowe umieszczając ich wyniki na ekranie. Na zakończenie wyświetlane jest ostateczna ocena Pass (rysunek 9) lub Fail (tu wystarczy choćby jeden błędny krok).

Mostek RLC 6377 jest łatwy w obsłudze. Wszelkie ewentualne niejasności są dobrze opisane w instrukcji. Zawarto w niej także szereg informacji teoretycznych związanych z parametrami mierzonymi przez ten przyrząd. Przypomnienie, a jednocześnie odświeżenie wiadomości przed rozpoczęciem pracy na pewno będzie bardzo przydatne, bo chociaż są tam podawane informacje dobrze znane każdemu inżynierowi, to jednak na co dzień się z ich nie korzysta i mogą gdzieś ulecieć z pamięci.

Może dziwić w pozytywnym znaczeniu całkowicie bezgłośna praca przyrządu. Wadą natomiast są dość duże wymiary obudowy – 15 cm×34 cm×46 cm i ciężar 6,5 kg. Trzeba rezerwować sporo miejsca na stanowisku pomiarowym.

Jarosław Doliński, EP

MULTI STEP MODE - Set						Copy
PROGRAM: 47						
Step	01	02	03			Delete
Para	Ls	Q	Ls			LOAD
Freq	10.000k	10.000k	100.00k			Save
Volt	1.00 V	1.00 V	1.00 V			Save as
Bias						New
Spd	MAX	MAX	MAX			
Hi	10.000mH	25.000 Q	10.100mH			RUN
Lo	9.9000mH	20.000 Q	10.000mH			
Dly	0 mS	0 mS	0 mS			

Ls Lp Q Cs Cp D Z θ Rs Rp X G B Y Rdc

Rysunek 8. Zestawienie parametrów pomiarów złożonych

MULTI STEP MODE - Run						Start
PROGRAM: 47						
	Freq	Volt	Result			
1	10.000k	1.00	Ls	9.8936mH	PASS	
2	10.000k	1.00	Q	22.708 Q	PASS	
3	100.00k	1.00	Ls	10.038mH	PASS	
4	200.00k	1.00	Ls	10.852mH	PASS	
5	DC	1.00	Rdc	25.555 Ω	PASS	

PASS

SET

Rysunek 9. Zestawienie wyników pomiarów złożonych z oceną ogólną (w tym przypadku „Pass”)