



NOWY REJESTRATOR DO POMIARÓW W OCHRONIE ANTYKOROZYJNEJ

NEW DATA LOGGER FOR ANTICORROSION PROTECTION MEASUREMENTS

Jacek Barański

L.INSTRUMENTs s.c.

Słowa kluczowe: korozja, pomiary, rejestratory

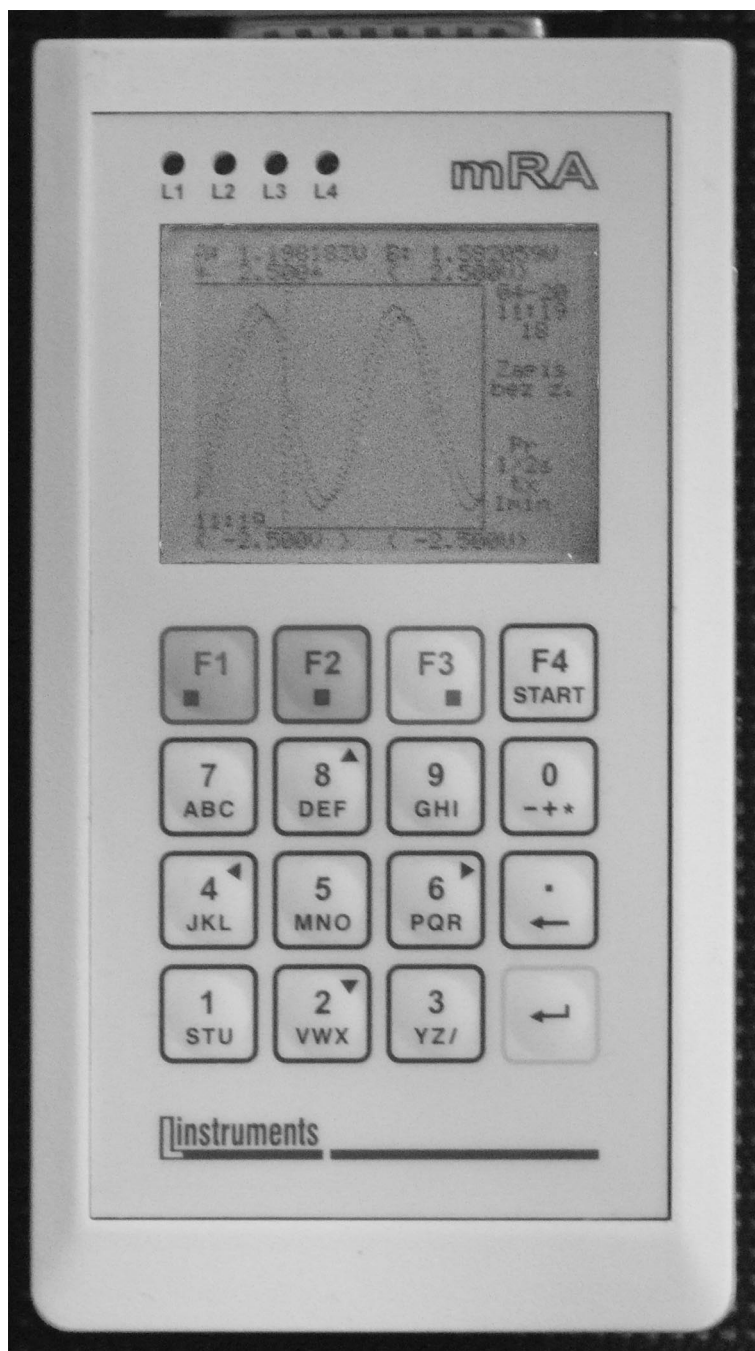
Keywords: corrosion, measurements, loggers

Streszczenie

Dwukanałowy graficzny rejestrator sygnałów prądu stałego (d.c.) umożliwia obserwację pomiaru na wyświetlaczu i zapisanie w pamięci *flash* aż 32 sesji pomiarowych, zapewniając wiarygodny odczyt do piątej cyfry dziesiętnej. Jeden z kanałów zawiera miliwoltomierz umożliwiający pomiar prądu w rurociągu. Rejestrator z możliwością stosowania w metodzie wyłączeniowej. Nastawianie z 16-przyciskowej klawiatury. Szerokie możliwości wyboru kroku próbkowania. Komunikacja z komputerem przez RS232 lub USB. Zasilanie autonomiczne lub zewnętrzne. Graficzny program prezentacji wyników w komputerze.

Summary

A graphic display of the d.c. dual-channel logger shows actual measurement results which in the same time are written into the flash memory. 32 short- or long-lasting measuring sessions can be recorded. Reliable readings up to the fifth digit are guaranteed. Inside of one channel a milivoltmeter is arranged and thus pipeline current can be measured easily. The logger is applicable by OFF potential measurements. A 16-key keyboard can be used for setting-up. Needed sampling can be set-up easily. Ports RS232 and USB are provided for computer communication. Both internal and external supply can be applied. Graphic presentation of measurement results can be seen in the computer.



Rys. 1. Widok rejestratora mRA

Wstęp

Firma L.INSTRUMENTS jest wieloletnim producentem przyrządów pomiarowych stosowanych w elektrochemicznej ochronie przed korozją. Naszym powszechnie znanym wyrobem jest seria minirejestratorów mR, w której skład wchodzi:

- małogabarytowe dwukanałowe rejestratory mR0 do długotrwałych pomiarów sygnałów prądu stałego (d.c.) i przemiennego (a.c.),
- siedmiokanałowe rejestratory mR1 do pomiarów d.c.,
- graficzne rejestratory mRG, przeznaczone specjalnie do pomiarów intensywnych i kontrolnych.

Obecnie seria rejestratorów mR została poszerzona o rejestrator mRA, zbudowany w oparciu o najbardziej nowoczesne rozwiązania współczesnej elektroniki.

Założenia

Projektując nowy rejestrator mRA, przyjęto, że użytkownicy chcą komunikować się bezpośrednio z przyrządem, korzystać z wbudowanej klawiatury i obserwować na wyświetlaczu wprowadzane nastawy oraz otrzymane wyniki pomiaru. Chcą także prowadzić kolejne sesje pomiarowe w różnych miejscach bez konieczności transmisji wyników do komputera po każdej sesji.

Z doświadczenia wynika, że rejestrator stosowany do pomiarów korozyjnych powinien być wyposażony w dwa synchronicznie pracujące kanały d.c. Umożliwia to dogodną obserwację wzajemnej zależności (korelacji) dwóch mierzonych wielkości na zastosowanym tu graficznym, bardzo kontrastowym wyświetlaczu o dużej rozdzielczości, który w warunkach terenowych może być podświetlony.

Do budowy rejestratora mRA wybrano mikroprocesor posiadający w swojej strukturze dwa niezależnie pracujące synchronicznie przetworniki analogowo-cyfrowe typu $\Sigma-\Delta$ o rozdzielczości nominalnej 24 bitów, a rzeczywistej 16 – 21 bitów, co zapewnia wiarygodny odczyt do piątej cyfry liczby dziesiętnej. Są to obecnie najdokładniejsze przetworniki na rynku. Zastosowanie przetworników wbudowanych w mikroprocesor pozwoliło na znaczne ograniczenie miejsca na płytkach drukowanych, zmniejszenie wymiarów i ceny przyrządu.

Rejestracje są przechowywane w pamięci wewnętrznej FLASH o dużej pojemności. Możliwy jest zapis aż 32 krótkotrwałych i długotrwałych sesji pomiarowych bez konieczności natychmiastowej transmisji do komputera.

Aby zapewnić elastyczność w dostosowaniu do różnego typu wyposażenia komputerów uznano za celowe wprowadzenie dwóch interfejsów komunikacyjnych: RS232 i USB.

Z myślą o porównywaniu wyników z kilku rejestratorów jednocześnie pracujących wprowadzono możliwość precyzyjnej synchronizacji przed pomiarem wewnętrznego zegara RTC z sygnałem DCF77 przez zewnętrzną antenę podłączoną przez dedykowane wejście dwustanowe. Umożliwia to również stosowanie rejestratora w metodzie wyłączeniowej.

Długotrwała rejestracja wymaga nie tylko dużej pojemności pamięci, lecz i ciągłego zasilania rejestratora. Rozwiązano to wprowadzając trojaki możliwości wyboru źródła:

- dwie wewnętrzne baterie alkaliczne 2 x 1.5V
lub
- dwa wymienne akumulatory niklowo-wodorkowe 2x1.2V, w rozmiarze AA (LR6);
- zasilanie z portu USB przez przetwornicę DC/DC;
- zewnętrzne źródło o napięciu 6V d.c.

Przyjęte energooszczędne rozwiązania pozwoliły na znaczne zredukowanie poboru mocy, co zapewnia długotrwałą pracę baterii i akumulatorów.

Dalsze ułatwienie obsługi rejestratora oraz poprawę bezpieczeństwa osiągnięto przez załączanie i wyłączanie przyrządu z klawiatury, monitorowanie napięć zasilania, a także zabezpieczenie przed nadmiernym rozładowaniem akumulatorów.

Wyposażenie w diody LED pozwala na szybką wzrokową ocenę częstotliwości próbkowania.

Całość znajduje się w estetycznej obudowie z tworzywa ABS.

Kanały pomiarowe

Zastosowany mikroprocesor zawiera dwa pracujące synchronicznie przetworniki analogowo-cyfrowe $\Sigma-\Delta$, oparte na jednobitowym modulatorze-integratorze i filtrze

cyfrowym o odpowiedniej charakterystyce. Przez dobór częstotliwości pracy modulatora uzyskano bardzo dobre tłumienie niepożądanych częstotliwości.

Częstotliwość pracy przetworników dobrano w ten sposób, że czas pojedynczego cyklu przetwarzania wynosi 60 ms, co daje niezwykle głębokie, bo wynoszące ponad 100dB tłumienie częstotliwości 50Hz. Jednocześnie uzyskuje się prawie niezauważalne tłumienie częstotliwości 2Hz i mniejszych.

Przetworniki Σ - Δ są to przetworniki uśredniające, z natury dość wolne, ale o bardzo dobrej liniowości i wysokiej rozdzielczości. Nominalna rozdzielczość 24-bitowa to dla pełnego zakresu aż siedem cyfr dziesiętnych. W rzeczywistości ze względu na szумы własne struktur półprzewodnikowych uzyskuje się mniejsze, ale i tak bardzo wysokie rozdzielczości (16 do 21 bitów). Bez trudu można uzyskać wynik, w którym wiarygodny odczyt ma miejsce do piątej cyfry liczby dziesiętnej.

Podczas projektowania rejestratora postawiono wysokie wymagania co do rezystancji wejściowej kanałów pomiarowych. Zastosowano wysokiej klasy wzmacniacze operacyjne, dzięki czemu można było użyć dzielników wyjściowych o rezystancji większej niż 10M Ω . Dodatkowo każde z podstawowych wejść napięciowych w kanałach A i B wyposażono w elektroniczny przełącznik zakresu. Standardowo zakresy są ustawione na 5V i 50V. Ponieważ przetwornik w kanale B jest wyposażony w wewnętrzny multiplekser, własność tę wykorzystano do budowy miliwoltomierza. Przed pomiarem należy wybrać wejście. Wówczas przetwornik w kanale B staje się miliwoltomierzem o zakresie $\pm 160\text{mV}$. Wykorzystanie kanału A pozostaje bez zmian. Rezystancja kanału miliwoltomierza wynosi 10 k Ω .

Wysoką dokładność pomiaru osiąga się poprzez precyzyjną kalibrację kanałów A i B, dokonując strojenia w wybranych punktach pracy. Współczynniki kalibracji zostają zachowane w pamięci nieulotnej procesora.

Nastawy

Klawiatura i wyświetlacz zapewniają dobrą funkcjonalność przyrządu, spełniając wiele oczekiwań użytkowników. Przy użyciu klawiatury i wyświetlacza można dokonać całego szeregu nastawień parametrów przyrządu. Wielkości nastawiane to:

1 - Zegar RTC – możliwość wyboru:

1.1 nastawa ręczna

1.2 nastawa z anteny DCF77

2 - Parametry wejść (wybór zakresów):

2.1 kanał A: 50V lub 5V → sygnał z zacisków 1, 16

2.2 kanał B: 50V lub 5V → sygnał z zacisków 1, 14

160mV → sygnał z zacisków 1, 3

UWAGA: zacisk 1 – wspólna masa analogowa

3 - Krok próbkowania

Możliwości wyboru:

1/16s, 1/8s, 1/4s, 1s, 2s, 3s, 4s, 5s, 6s, 10s, 12s, 15s, 20s, 30s, 1 min.

4 - Czas rejestracji:

Nastawa czasu rejestracji jest związana ze stronicowaniem pamięci *FLASH*. Zapis do pamięci dokonuje się jako wielokrotność 64 próbek. Czas rejestracji zależy więc zarówno od kroku próbkowania, jak i wyboru liczby stron do zapisu.

Przykładowo:

dla 1/16s → minimalny czas rejestracji to 4.0s

→ maksymalny czas rejestracji to 4h 30min 56s

dla 1/2s → minimalny czas rejestracji to 32s

→ maksymalny czas rejestracji to 1d 12h 7min 32s

- dla 1min → minimalny czas rejestracji to 64min
 → maksymalny czas rejestracji to 180d 14h 56min.

Zarówno krok próbkowania, jak i czas rejestracji możemy zmienić przed każdą rejestracją. Maksymalny czas rejestracji jest więc zależny od kroku próbkowania i dostępnej wolnej (jeszcze niezapisanej) pamięci FLASH.

5 - Sposób zapisu

Dostępne możliwości to:

- 5.1 - bez zapisu (tylko podgląd pomiarów)
- 5.2 - natychmiast (po wyborze i wciśnięciu ENTER)
- 5.3 - od początku minuty – rejestrator czeka aż wskaźnik sekund w zegarze RTC osiągnie wartość 00
- 5.4 - od początku godziny – rejestrator czeka aż wskaźniki minut i sekund w zegarze RTC osiągną wartość 00
- 5.5 - od nastawionego czasu

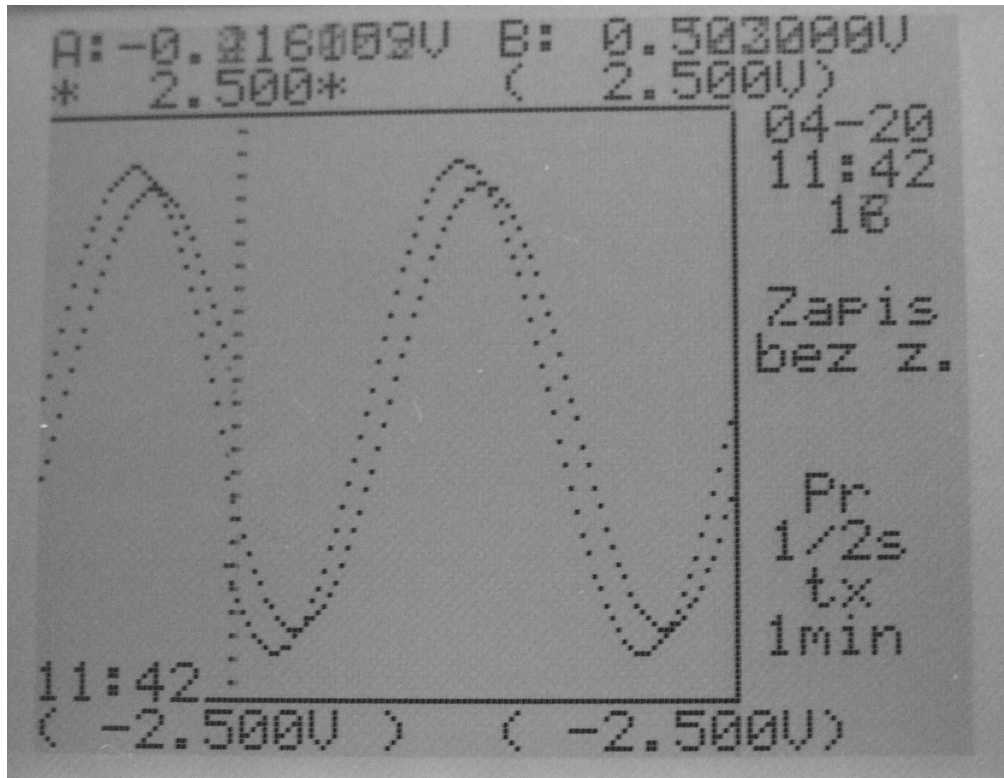
Po wybraniu ostatniej opcji należy ustawić czas alarmu (początku rejestracji), wpisując kolejno: miesiąc, dzień, godzinę, minutę, sekundę.

6 - Wybór podglądu graficznego przebiegów bieżących:

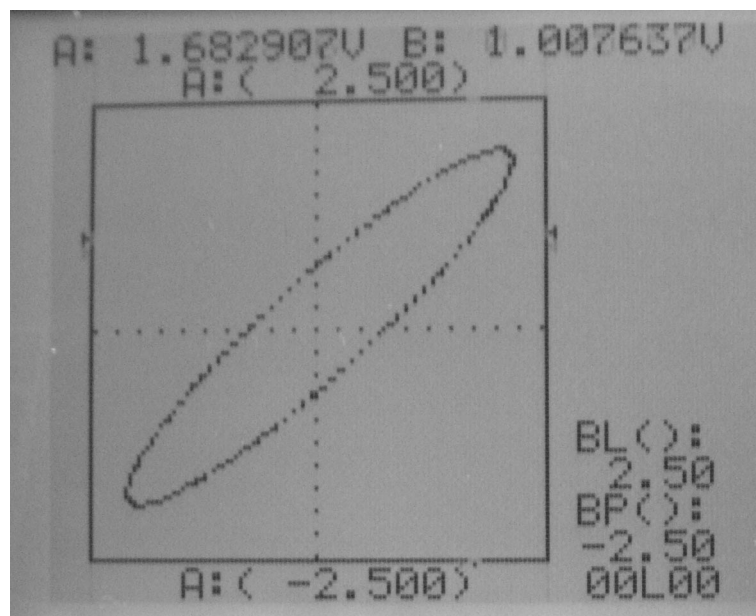
- 6.1 - wyświetlanie przebiegów w czasie

Istnieje możliwość ustawienia górnego i dolnego zakresu wyświetlacza oddzielnie dla każdego z przebiegów zapisanych w kanałach A i B, niezależnie od nominalnego zakresu wejściowego. Można obserwować bieżący pomiar jak i wyniki wcześniej zarejestrowane.

- 6.2 - wyświetlanie XY – korelacja $A = f(B)$



Rys. 2. Widok ekranu rejestratora mRA – Przebiegi A(t) i B(t)



Rys. 3. Widok ekranu rejestratora mRA – Korelacja $A=f(B)$ - przebiegi przykładowe

Komunikacja z komputerem

Rejestrator mRA posiada dwa interfejsy do komunikacji z komputerem nadrzędnym. Sygnały interfejsu RS232 – podobnie jak w należących do tej rodziny mR0 i mR1 – są wyprowadzone na jedno wspólne 25-pinowe złącze D-SUB, na którym znajdują się wszystkie pozostałe sygnały (w tym pomiarowe, dwustanowe i zasilanie zewnętrznie).

Drugim interfejsem komunikacyjnym jest port USB2.0, skonstruowany w oparciu o konwerter USB-COM firmy Siliconic Laboratories. Rozwiązanie umożliwia proste połączenie z nowoczesnymi notebookami, które rzadko posiadają interfejs RS232.

Użycie konwertera USB-COM oraz miniaturowej przetwornicy DC/DC korzystającej z napięcia na liniach portu USB pozwoliło wprowadzić niezwykle istotną własność rejestratora mRA, którą jest separacja galwaniczna między komputerem zewnętrznym i układem pomiarowym, co zwiększyło bezpieczeństwo pracy zarówno rejestratora jak i komputera.

Rejestrator automatycznie rozpoznaje, który z interfejsów jest wykorzystywany. Kryterium wyboru jest obecność napięcia zasilania na porcie USB. Z punktu widzenia oprogramowania oba interfejsy są widziane jako porty COM. Wraz z rejestratorem dostarczane są odpowiednie sterowniki USB oraz program do komunikacji pozwalający na przepisanie poszczególnych rejestracji do plików w komputerze nadrzędnym.

Zasilanie przyrządu

Istnieją trzy możliwości zasilania przyrządu:

- zasilanie zewnętrzne poprzez wybrane styki w 25-pinowym łączu. Do zasilania może zostać użyty zarówno zewnętrzny zasilacz sieciowy, jak i akumulator. Napięcie zasilania powinno mieścić się w granicach $6V + (-0,5V, +1V)$ d.c.,
- zasilanie (5V d.c.) z portu USB – separacja galwaniczna 1kV,
- zasilanie z dwóch baterii alkalicznych 1.5V lub dwóch akumulatorów niklowo-wodorkowych 1.2V o rozmiarach AA.

Napięcie baterii lub akumulatorów jest zbyt niskie, aby zasilić procesor i inne układy scalone i dlatego wewnętrzna przetwornica DC/DC podnosi je na odpowiedni poziom. Pobór prądu z akumulatorów (przy wyłączonym podświetleniu) nie przekracza 30mA, co przy uży-

ciu ogniw o pojemności 2400mAh pozwala co najmniej na 80 godzin ciągłej pracy (ponad 3 doby).

Układ zasilania został zaprojektowany w taki sposób, że energia pobierana jest ze źródła o największym napięciu. Jeżeli na łączu USB pojawi się napięcie – standardowo 5V – zasilanie przełącza się z baterii na ten port. Jeżeli następnie włączymy zewnętrzny zasilacz o napięciu 6V, będzie on źródłem energii dla rejestratora. Zmiany źródła zasilania można dokonywać w czasie pracy, lecz takie załączanie/wyłączanie nieco zakłóca pomiar na skutek powstałych sprzężeń elektromagnetycznych.

Podświetlanie ekranu

Podświetlanie ekranu pobiera więcej prądu niż cała elektronika, więc z tego powodu podzielono je na dwa stopnie. Przy zasilaniu z akumulatorków lub z portu USB możliwe jest załączenie tylko pierwszego, słabszego stopnia. Zasilanie z zewnętrznego źródła pozwala na użycie drugiego, jaśniejszego stopnia. Podświetlanie pierwszego stopnia w zupełności wystarcza na dokonanie odczytu zawartości ekranu w ciemnym pomieszczeniu.

Oprogramowanie do interpretacji wyników

Obecnie do analizy wyników można zastosować program mR0graph lub mR1graph, wykorzystując w tym celu dane zapisane w kodzie ASCII.

Planuje się opracowanie programu mRAgraph, który oprócz cech dostępnych w ramach ww. programów będzie dawał możliwość porównania wyników co najmniej z dwóch rejestratorów oraz będzie wspomagał interpretację wyników w metodzie wyłączeniowej.

Dane techniczne

Kanały pomiarowe	dwa, nie multipleksowane, ze wspólną masą
Wyświetlacz graficzny monochromatyczny	160 x 128 punktów
Okno	44 x 36 mm
Klawiatura	16 przycisków alfanumerycznych
2 przetworniki	$\Sigma - \Delta$
Rozdzielczość znamionowa	24 bity
Rozdzielczość rzeczywista	16 – 21 bitów
Napięcie wejściowe w każdym z kanałów	$\pm 2.5V$ DC lub $\pm 50V$ DC
w kanale B dodatkowo	miliwoltomierz
Rezystancja wejściowa	10M Ω dla $\pm 2.5V$ d.c. i $\pm 50V$ d.c. ~10k Ω dla miliwoltomierza
Krok próbkowania	1/16, 1/8, 1/4, 1/2, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 15, 20, 30, 60s
Zapis do wewnętrznej pamięci <i>FLASH</i>	w porcjach o wielokrotności 64 próbek
Maksymalny czas rejestracji	~180 dni przy kroku próbkowania 60s
Minimalny czas rejestracji	4.0s przy kroku próbkowania 1/16s
Zegar czasu rzeczywistego	RTC
Start rejestracji	bez zapisu (pomiar) natychmiast (inicjacja z klawiatury) od początku najbliższej pełnej minuty od początku najbliższej pełnej godziny od ustawionej chwili
Katalog zdarzeń	32 rejestracje o dowolnym czasie trwania

Prezentacja graficzna w oknie		pomiary bieżące
		pomiary zarejestrowane
Prezentacja cyfrowa		pomiar bieżący
Transmisja do komputera		RS232
		USB z separacją galwaniczną 1kV
Zasilanie		~6V d.c. z zasilacza sieciowego lub akumulatora
		5V d.c. z portu USB
		2 baterie alkaliczne AA 1.5V
		albo 2 akumulatory NiMH AA 1.2V
Czas pracy		około 80h przy akumulatorach 2400mAh
Wymiary	długość	152 mm
	szerokość	83 mm
	wysokość	33.5mm
Masa		~0.5kg