

Warsztatowy miernik mocy w. cz.

Cechy urządzenia

- zakres dynamiki ok. 70 dBm
- zakres częstotliwości DC-500 MHz (AD8307)
- zasilanie z portu micro USB (zasilacz, powerbank, komputer),
- rozdzielczość pomiaru 0.12 dBm,
- czytelny wyświetlacz typu OLED,
- prezentacja wyników w jednostkach: dBm, mW, Vpp,
- wbudowana obsługa tłumików -40 db, -20 db, -10 db, -6 db, -3 db,
- pamięć wskazania maksymalnej i minimalnej mocy,
- kalibracja za pomocą multiplatformowej aplikacji okienkowej,

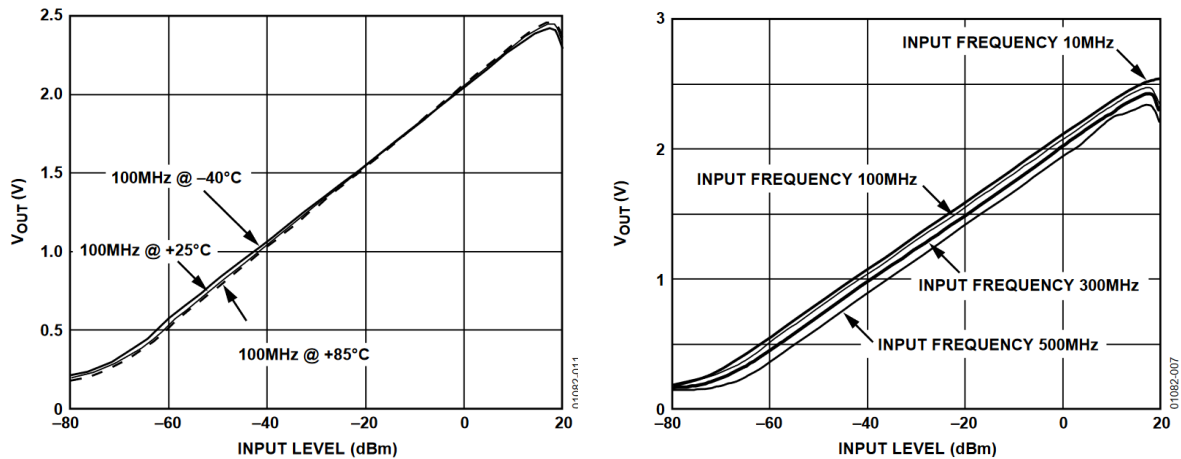
Zastosowanie

Ze względu na dużą dynamikę oraz szeroki zakres częstotliwości miernik stanowi uniwersalny przyrząd pomiarowy przydatny w pracowni każdego radioelektronika. Pozwala on na wygodne strojenie np. generatorów i wzmacniaczy, dzięki prezentacji maksymalnego uzyskanego wskazania. Prezentacja minimalnego wskazania może okazać się pomocna np. przy konstrukcji filtrów. W projekcie przewidziano konieczność podłączania tłumików w celu zwiększenia dostępnego zakresu pomiarowego. Wówczas, za pomocą przycisku można wybrać wartość załączonego tłumika, w celu uzyskania poprawnych wskazań.

Opis projektu

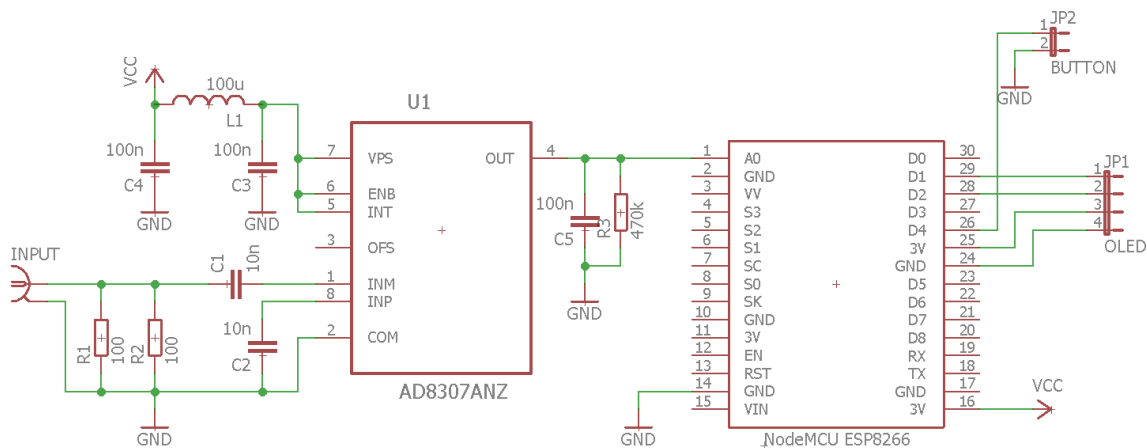
Urządzenie oparte jest o wzmacniacz logarytmiczny AD8307 firmy Analog Devices¹. Jest to układ zintegrowany, o bardzo dużym wzmocnieniu (60 db @1 GHz MHz) pracujący w szerokim zakresie częstotliwości (DC-500 MHz). W wyniku pomiaru mocy sygnału w. cz. na wyjściu układu otrzymujemy sygnał napięciowy proporcjonalny do mocy wyrażonej w dBm. Układ AD8307 charakteryzują się znakomitą stabilnością temperaturową (Rys. 1a) oraz niewielką zmianą offsetu w funkcji częstotliwości (Rys. 1b). W zakresie 1-15 MHz, nie zaobserwowano mierzalnych zmian napięcia wyjściowego. Napięcie jest mierzone za pomocą dziesięciobitowego przetwornika analogowo-cyfrowego modułu ESP8266² na platformie NodeMCU³. Algorytm oblicza średnią uciętą, w celu wyeliminowania wyników odstających i możliwie dokładnego oszacowania rzeczywistej wielkości napięcia. Po wykonaniu konwersji jednostek⁴, wynik jest prezentowany na wyświetlaczu OLED sterowanym za pomocą protokołu I²C. Jednocześnie w każdej iteracji zachowywana i prezentowana jest największa i najmniejsza zmierzona wartość. Przycisk umożliwiający korektę wskazań o wartość wybranego tłumika,

obsługiwany jest za pomocą przyciskania. Ten sam przycisk, wciśnięty w momencie prezentacji ekranu startowego, pozwala na wejście w tryb kalibracji. Został on zaimplementowany w celu uzyskania bezpośredniego dostępu do wskaźników przetwornika i wykonania kalibracji urządzenia.

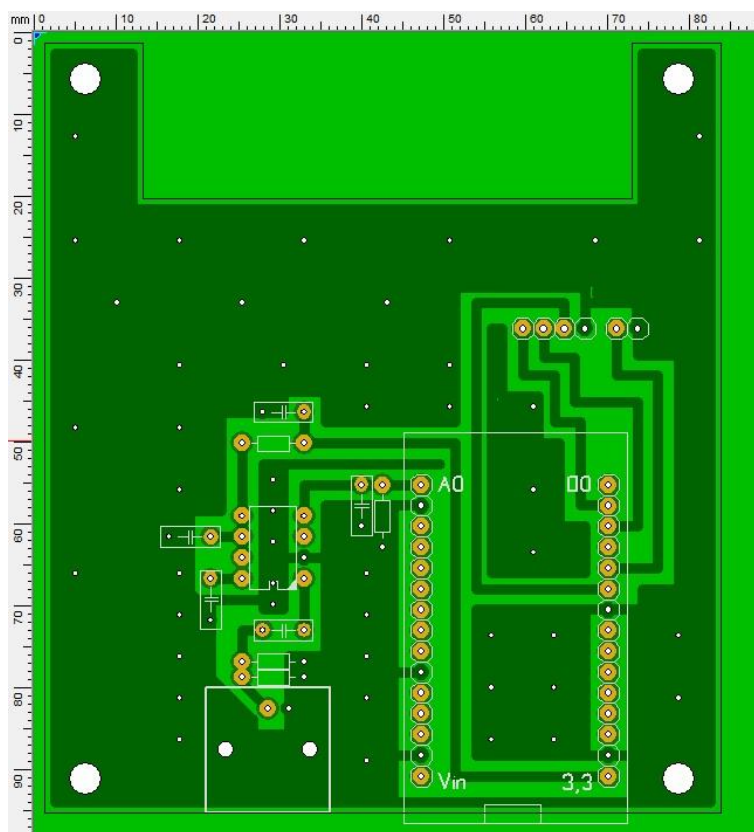


Rys. 1. Napięcie wyjściowe układu AD8307 w funkcji poziomu sygnału mierzonego dla różnych temperatur (a) i częstotliwości (b)¹.

Projekt zrealizowano na dwustronnej płytce PCB w której jedna strona stanowi masę. Rozmiary płytki dopasowano do obudowy Z5 firmy Kradex. Wyświetlacz oraz przycisk wyboru tłumika umieszczono na panelu przednim, a złącze USB wraz z gniazdem sygnału wejściowego w tylnej części obudowy. Schemat urządzenia oraz projekt płytki PCB przedstawiają Rys. 2 i Rys. 3.



Rys. 2. Schemat „Warsztatowego miernika mocy w. cz.”



Rys. 3. Projekt płytki PCB

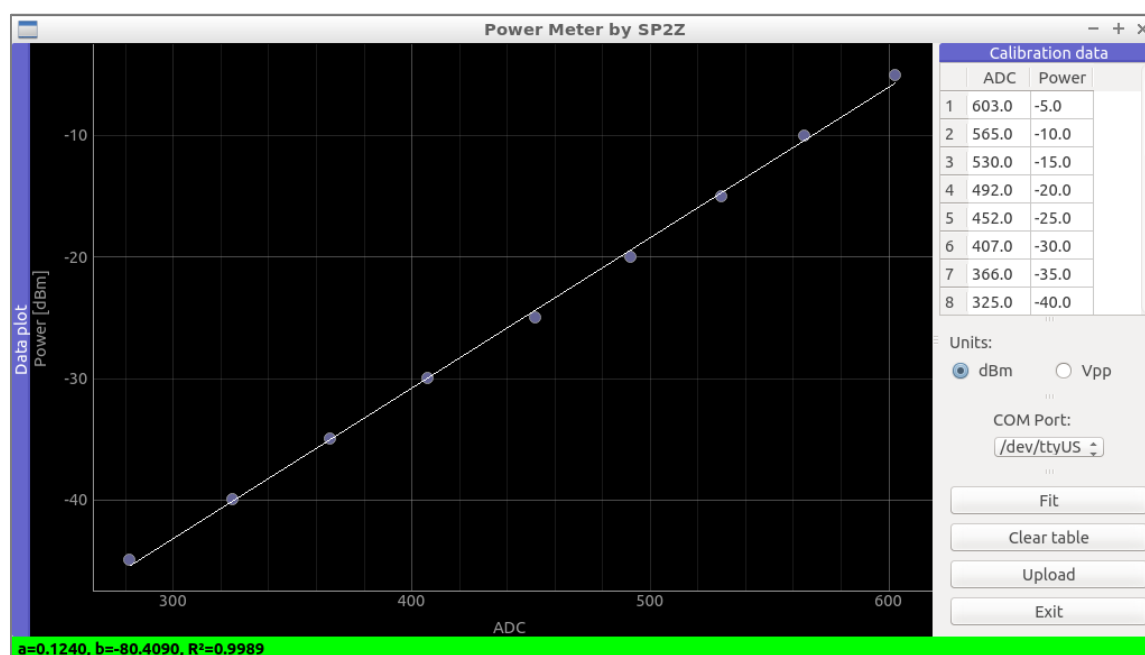
Listę podzespołów wraz z orientacyjnym cenami prezentuje tabela:

Element	Ilość	Cena [PLN]
Moduł NodeMCU	1	35
Wyświetlacz OLED	1	27
Obudowa Z5	1	7
Układ AD8307	1	10
Gniazdo BNC 50R	1	6
Laminat dwustronny	1	4
Przycisk na obudowę	1	2,5
Podstawka precyzyjna DIP8	1	
Gniazdo szpilkowe żeńskie	1	
Gniazdo szpilkowe męskie	1	
Kondensator 100n	3	
Kondensator 10n	2	
Rezystor 470k	1	
Rezystor 100R	2	
Rezystor 10R	1	10
RAZEM		101,5

Uwaga: Moduł AD8307 kosztuje w Farnellu ok. 50 PLN. Można go nabyć za ok. 10 PLN „z drugiej ręki”.

Kalibracja

Do poprawnego działania miernik wymaga kalibracji. Wciśnięcie przycisku w czasie wyświetlania ekranu powitalnego powoduje uruchomienie miernika w trybie kalibracyjnym, pozwalającym na bezpośredni odczyt wskazań przetwornika ADC. Do wejścia miernika należy podłączyć sygnał z generatora o znanej mocy (w dBm) lub napięciu międzyszczytowym (Vpp). Wartości zmierzone przetwornikiem ADC należy wprowadzić do tabeli w oknie programu kalibracyjnego (Rys. 4). Zalecane jest podanie co najmniej 5 punktów pomiarowych dla zakresu od 0 dBm do -50 dBm, w możliwie szerokim przedziale. Przy wprowadzaniu danych należy zwrócić uwagę na prawidłowy wybór jednostek (domyślnie dBm). Gdy dane zostaną wprowadzone, wciśnięcie przycisku „Fit” spowoduje uruchomienie algorytmu dopasowującego zmierzone dane do modelu liniowego, a zależność $P=f(\text{ADC})$ zostanie wykreślona na wykresie wraz z dopasowaną linią prostą. Współczynniki dopasowanej prostej oraz wartość parametru R^2 są wyświetlane pod wykresem. Parametr R^2 pozwala na ocenę jakości dopasowania i skuteczność przeprowadzonej kalibracji. Im R^2 bliższy jedności tym lepiej! Jakość dopasowania jest odzwierciedlona w kolorze tła na którym wyświetlane obliczone parametry. Im intensywniejszy zielony kolor, tym lepiej. Gdy parametr R^2 jest mniejszy niż 0.7, tło zmienia



Rys. 4. Okno programu do kalibracji „Warsztatowego miernika w. cz.”

kolor na czerwony, co ma sugerować potrzebę sprawdzenia wprowadzonych wyników i w ostateczności konieczność ponownej kalibracji. Gdy uzyskamy zadowalające dopasowanie, wybieramy poprawny port COM, który odpowiada za komunikację z modułem NodeMCU i klikamy „Upload”. Wówczas nasze dane kalibracyjne zostaną przesłane do urządzenia, co potwierdzi komunikat zawarty w wyskakującym oknie dialogu. Po zresetowaniu urządzenia, nasz miernik jest gotowy do pracy!

Literatura

- [1] Nota katalogowa AD8307, <http://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/AD8307.pdf>, dostęp 08.2018
- [2] Specyfikacja techniczna modułu ESP8266,
<https://www.espressif.com/en/products/hardware/esp8266ex/overview>, dostęp 08.2018
- [3] Opis platformy NodeMCU, <http://www.nodemcu.com/>, dostęp 08.2018
- [4] Konwersja jednostek mocy i napięcia, <https://www.markimicrowave.com/blog/wp-content/uploads/2016/11/power-to-voltage.pdf>, dostęp 08.2018