

AD8310

DC-440 MHz, 95 dB

Logarytmujący Wzmacniacz

Podstawowe parametry wzmacniacza:

Zakres dynamiki:	-78 dBm do + 17 dBm (95dBm)
Poziom szumów:	$1 \cdot 28 \text{ nV} / \sqrt{\text{Hz}}$
Częstotliwość pracy do	440 MHz
Napięcie wyjściowe:	25 mV / dB

Parametry graniczne:

Płaskość charakterystyki wyjściowej: $\pm 0,4 \text{ dB}$ (w zakresie 90 dB)

Zasilanie:

Zasilanie jednym napięciem:	2,7- 5,5 V
Maks. pobór mocy:	200 mW
Czas włączania:	100ns

ZASTOSOWANIA

Obróbka ultradźwiękowa i sonarowa

Stażo-fazowy ograniczający wzmacniacz

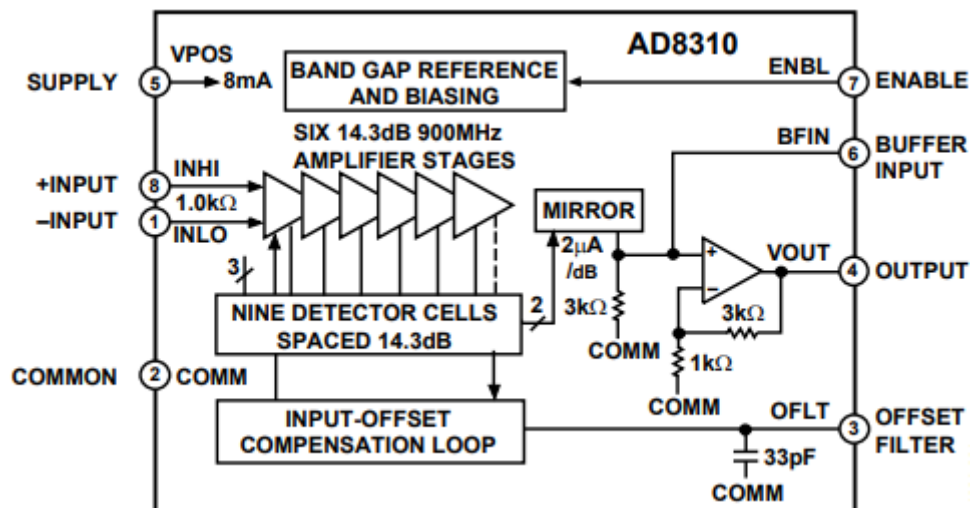
Wskaźnik mocy odbieranego sygnału (z ang. RSSI)

Szeroko zakresowe pomiary mocy i sygnału

Wzmacniacz pracuje poprawnie w zakresie napięć wejściowych -78 dBm do + 17 dBm. Jednostka **dBm**, która jest tutaj stosowana określa moc wydzielaną na rezystancji 50Ω , odniesioną do 1 mW (tak więc $0 \text{ dBm} = 1 \text{ mW rms}$ na rezystancji 50Ω , co odpowiada napięciu 224 mV).

$$dBm = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{U_{we}^2}{50\Omega} \right)$$

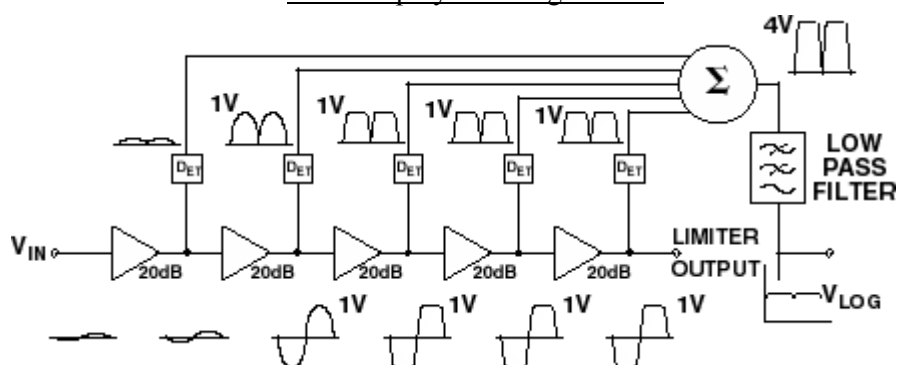
Napięcia wejściowe mieszczą się więc w zakresie $30 \mu\text{V}$ do 1,58 V – są to wartości **skuteczne** (rms). Na wyjściu wzmacniacz logarytmującego, napięcie zmienia się w granicach +0,4 V DC do +2,6 V DC.



W układzie zastosowano technikę 6-stopniowej sukcesywnej detekcji. Zasada ta zostanie wyjaśniona na poniższym przykładzie.

Zasada działania wzmacniacza logarytmującego w układzie AD8310

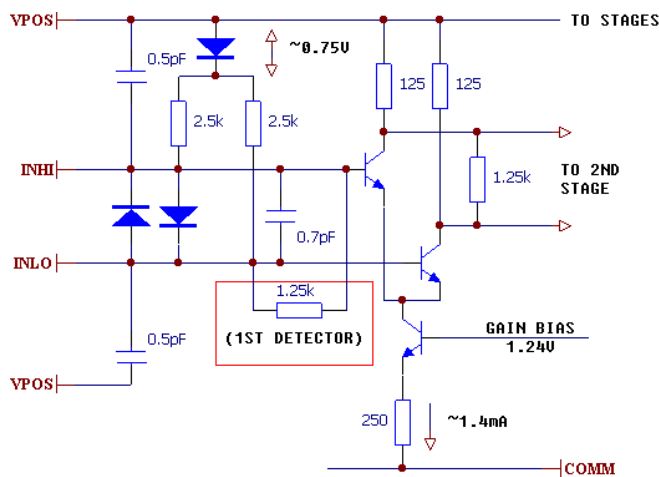
Schemat przykładowego układu



Układ taki składa się z łańcucha kaskadowo połączonych wzmacniaczy. Mają one liniowe wzmocnienie, najczęściej w zakresie 10 dB do 20 dB. W podanym przykładzie mamy 5 wzmacniaczy, każdy o wzmocnieniu 20 dB (czyli 10 razy). W przykładzie, na wejście pierwszego wzmacniacza został podany mały sygnał sinusoidalny. Pierwszy wzmacniacz

wzmocni sygnał 10 razy, każdy następny wzmocni o następne 10 razy, aż w pewnym stopniu sygnał będzie tak duży, że po wzmocnieniu będzie obciążony. W tym przykładzie poziom obciążenia jest ustalony na 1V. Wzmacniacze mogą być tak zaprojektowane, że mogą posiadać ten limit na identycznym precyzyjnie ustalonym poziomie. Jeśli sygnał zostanie obciążony w jednym ze stopni (w przykładzie jest to 3 stopień), to będzie również obciążony w każdym następnym. Sygnał z wyjścia każdego wzmacniacza jest również podawany na dwupołówkowy prostownik. Sygnały z wyjść tych prostowników są sumowane razem i podawane do filtra dolnoprzepustowego, który wygładza drgania sygnału (mają one częstotliwość dwa razy większą niż częstotliwość sygnału). Na jego wyjściu uzyskuje się quasi-logarytmiczny sygnał DC dla ustalonego sygnału wejściowego AC. Aby zrozumieć dokładnie jak powstaje wynik tej transformacji logarytmicznej, rozważmy co dzieje się gdy sygnał wejściowy zmniejszy się o 20 dB. W przykładzie mamy przed filtrem sygnał o amplitudzie 4 V pochodzący od trzech stopni z obciążonym sygnałem i jednego z pełnym wysterowaniem. Jeżeli teraz sygnał wejściowy zmniejszy się 10 razy (20 dB) sygnał zostanie obciążony dopiero w czwartym stopniu i po zsumowaniu przed filtrem sygnał będzie miał amplitudę 3 V, jeśli sygnał zmniejszy się o dalsze 20 dB napięcie spadnie do 2 V. Tak więc napięcie na wyjściu zmienia się o 1 V jeśli sygnał wejściowy zmieni się o 20 dB. Wzmacniacz ten działa więc ze współczynnikiem 50 mV/dB. W układzie AD8310 jest 6 takich wzmacniaczy, każdy o wzmocnieniu 14,3 dB, układ ma współczynnik 25 mV/dB.

Uproszczony schemat sekcji wejściowej (fragment AD8313)



W każdej sekcji znajduje się wzmacniacz różnicowy. Dodatkowo w sekcji pierwszej znajdują się diody zabezpieczające przed podaniem na wejście zbyt dużego sygnału. Sygnał do następnej sekcji również przekazywany jest różnicowo. Wykorzystano w ten sposób wszystkie zalety wzmacniacza różnicowego.

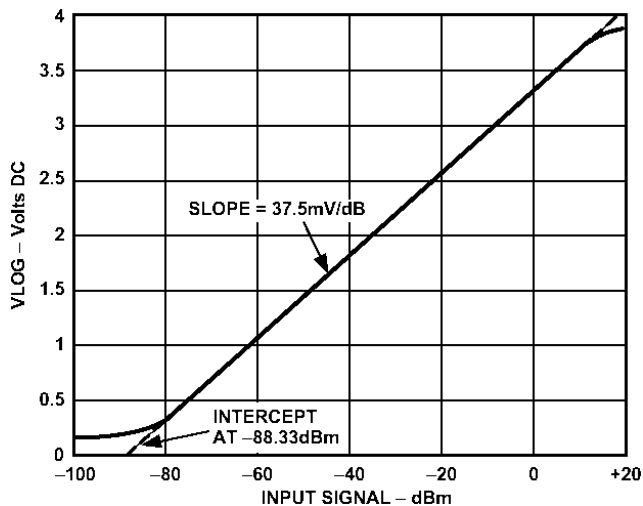
Funkcja realizowana w układzie

Układ spełnia następującą formułę:

$$V_{LOG} = V_Y \cdot \log_{10} \left(\frac{V_{IN}}{V_X} \right)$$

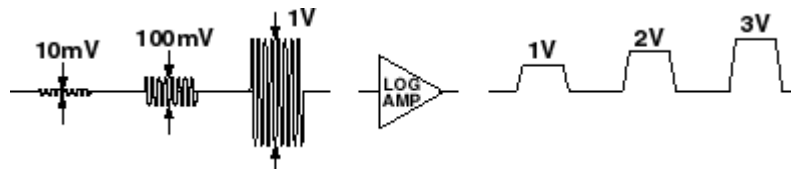
Napięcie V_{IN} jest różnicą pomiędzy końcówkami INHI i INLO (wejścia te mają wewnętrznie ustalone

napięcia 2.5V, powinny być więc łączone z wejściem układu przez kondensatory), V_Y i V_X to ustalone napięcia, które określają nachylenie i przecięcie z osią X charakterystyki logarytmu. Te parametry są ustalone w układzie, jednak mogą być nastawiane za pomocą zewnętrznych elementów. Rozważając sygnały w jednostkach mocy, funkcję układu można zapisać jako: $V_{LOG} = V_Y \cdot (P_{IN} - P_X)$. P_{IN} jest to sinusoidalna moc wejściowa (wydzielana na rezystancji 50Ω) wyrażona w dBm, P_X jest nazywana logarytmicznym przesunięciem, które w tym układzie wynosi 88.33 dBm. Przy zasilaniu +5 V, V_Y nominalnie wynosi 750mV na dekadę (37.5 mV/dB). Nachylenie jest proporcjonalne do napięcia zasilania: $V_Y = 0.15 V_{POS}$

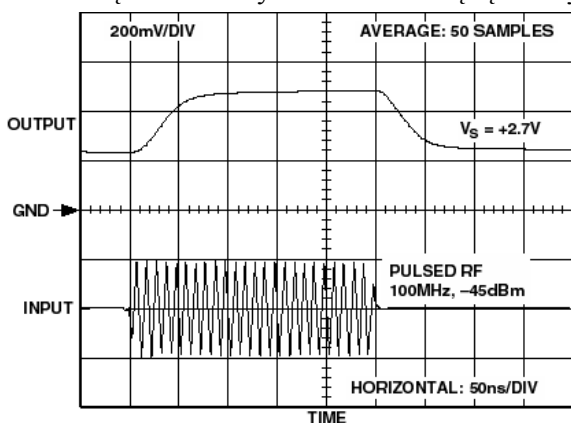


Charakterystyka ta jest słuszną dla wymuszenia sinusoidalnego. Przy innych sygnałach wejściowych (prostokąt, szum, itp.) będzie się ona przesunąć w pionie. Powodem tego efektu jest zasada działania wzmacniacza.

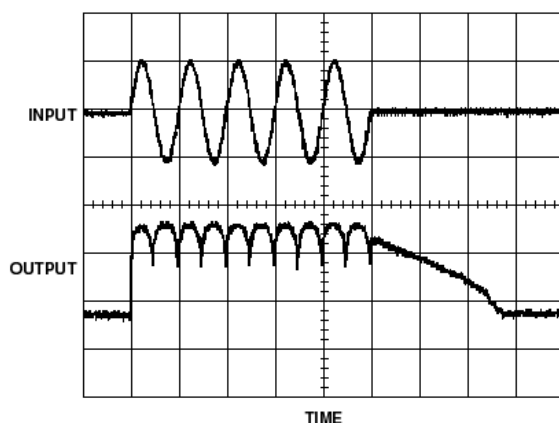
Przykładowe przebiegi wyjściowe przy sterowaniu wzmacniacza sygnałem w.cz.:



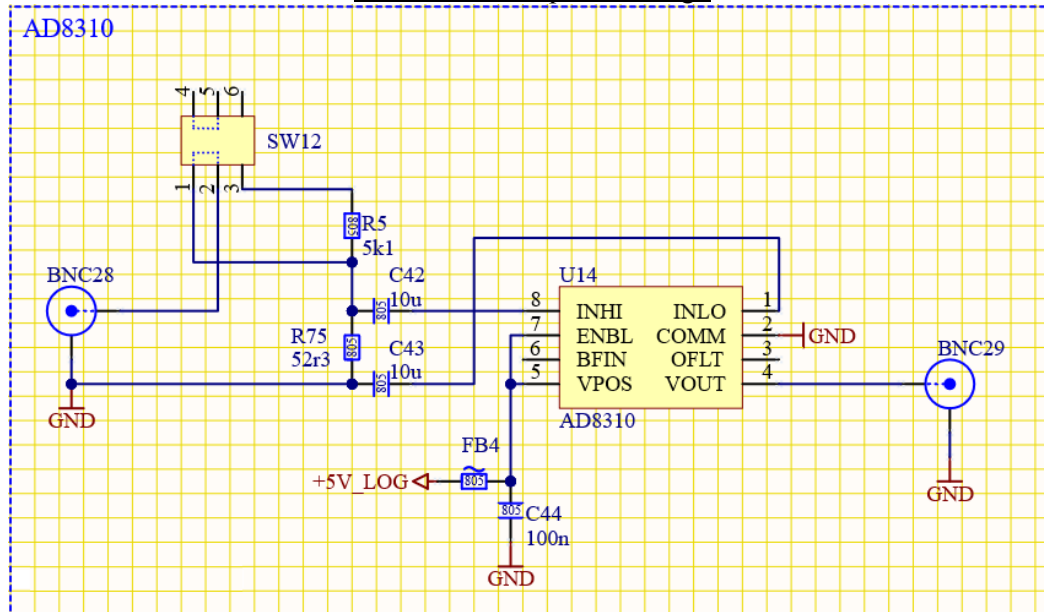
Widać, że na wyjściu uzyskujemy napięcie, które logarytmicznie zależy od amplitudy sygnału wejściowego. Widać tu podobieństwo do detektora amplitudy, efektem działania filtra jest usunięcie „nośnej”. Wykorzystując tę właściwość możemy użyć tego układu do wykrywania impulsów częstotliwościowych o znacznie różniących się amplitudzie (sonar) lub jako wskaźnik poziomu nośnej. Od częstotliwości granicznej tego filtra, zależy minimalna częstotliwość sygnału wejściowego. Częstotliwość tą można dowolnie zmieniać, dołączając zewnętrzne elementy do końcówek FIL1, FIL2. Od tej częstotliwości zależy również szybkość narastania sygnału na wyjściu. Jeśli będzie ona zbyt mała zbocza będą niezbyt strome:



Podając na wejście zbyt małą częstotliwość, uzyskamy poniższy efekt:



Schemat układu pomiarowego



Układ zasilany jest napięciem +5V z portu USB. Rezystor wejściowy 52,3Ω tworzy z impedancją wejściową (1,1kΩ) układu dopasowanie impedancyjne 50 Ω. Kondensatory C42 i C43 tworzą filtr górnoprzepustowy. Na schemacie widoczny jest również przełącznik, który umożliwia tłumienie sygnału 100x. Dzięki temu tłumieniu można mierzyć wzmacniacz w szerszym zakresie napięć wejściowych (minimalne napięcie z generatora wbudowanego w oscyloskop to 10mV, zatem minimalnie napięcie na wejściu to 100μV).

W podanym układzie można zmierzyć charakterystykę układu logarytmującego. Biorąc pod uwagę, że impedancja wejściowa układu wynosi $\approx 50 \Omega$ można napięcie wejściowe przeliczyć na **dBm**. Można przy tym wyznaczyć charakterystykę przejściową – zależność napięcia wyjściowego DC od wartości skutecznej napięcia sygnału wejściowego (przy częstotliwości około 20 MHz). Będzie ona różniła się nieco od podanej w dokumentacji, ze względu na zmiany napięcia zasilania i rozrzut parametrów układu. Można dla porównania wyznaczyć charakterystykę przy innym wymuszeniu (prostokąt, trójkąt) – będzie ona przesunięta w pionie. Przy tych pomiarach można również zaobserwować zasadę działania układu, podając napięcie wyjściowe na oscyloskop i zmniejszając powoli częstotliwość sygnału wejściowego (do kilkuset Hz).