



Generator funkcyjny

0,1Hz-20MHz

Każdy elektronik powinien posiadać w swojej pracowni generator funkcyjny. Prezentowany w artykule projekt został zbudowany w oparciu o znany od lat układ MAX038 firmy amerykańskiej firmy MAXIM. Jest to generator funkcyjny, więc na jego wyjściu możemy uzyskać przebiegi: sinusoidalny, prostokątny, oraz trójkątny. Może być sterowany prądowo jak i napięciowo.

Jego największą zaletą jest szeroki zakres przestrajania (0,1Hz-20MHz), generowanie sygnału: prostokątnego, trójkątnego i sinusoidalnego na jednym wyjściu, przy praktycznie zanikającej ilości elementów zewnętrznych. Kolejnymi zaletami są: dość małe zniekształcenia nieliniowe oraz regulowany współczynnik wypełnienia (20% — 80%).

Wybrane aplikacje układu MAX038:

- Precyzyjny generator funkcyjny
- Generator VCO (Voltage Controlled Oscillators)

- Modulator częstotliwości
- Modulator szerokości impulsu
- PLL (Phase-Locked Loops) — pętla sprzężenia fazowego
- FSK generator

Opis układu

Na rysunku 1 przedstawiony jest schemat ideowy generatora. Jego sercem jest układ MAX038, który działa na zasadzie generatora RC. Kondensator (w zależności, jaki wybierzemy C7-C12) jest ładowany i rozładowywany przez kluczkowanie (wbudowany oscylator wzorcowy). Dwie pompy prądowe (250µA każda) rozładowują i ładują kondensator. Na wyjściu otrzymujemy sygnał o kształcie wybranym przy pomocy wejść cyfrowych oznaczonych A0 i A1 (tabela 1). Amplituda każdego przebiegu wynosi 5V. Podstawowym sygnałem jest przebieg trójkątny. Sygnał prostokątny jest uzyskiwany

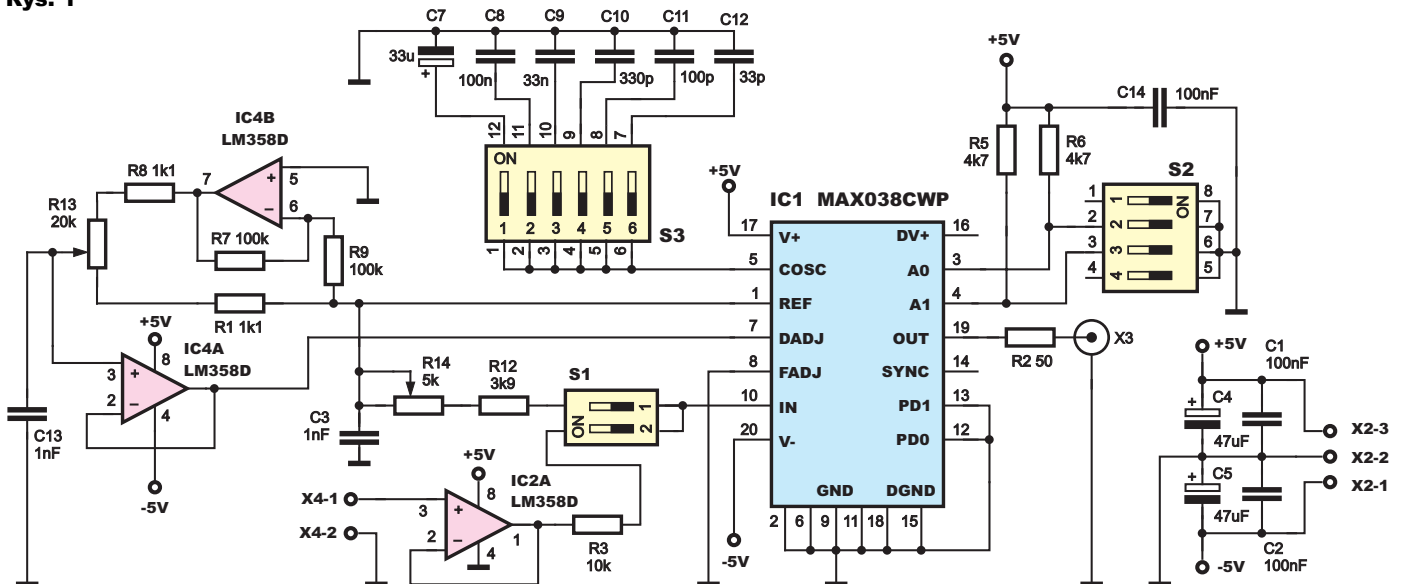
dzięki komparatorowi, który porównuje napięcia. Po przejściu sygnału przez histerezę, sygnał jest przerzucany, albo na wartość max, albo na wartość min. Natomiast sygnał sinusoidalny jest formowany dzięki modułowi kształtowania sinusa. Wnętrze tego modułu można traktować jako filtr dolnoprzepustowy, który to przepuszcza tylko jedną harmoniczną trójkąta.

Wypełnienie przebiegu (ang. duty cycle) można regulować przy pomocy napięcia przykładanego do wejścia DADJ. W podstawowej wersji, gdy dołączymy masę uzyskamy współczynnik wypełnienia równy 50%.

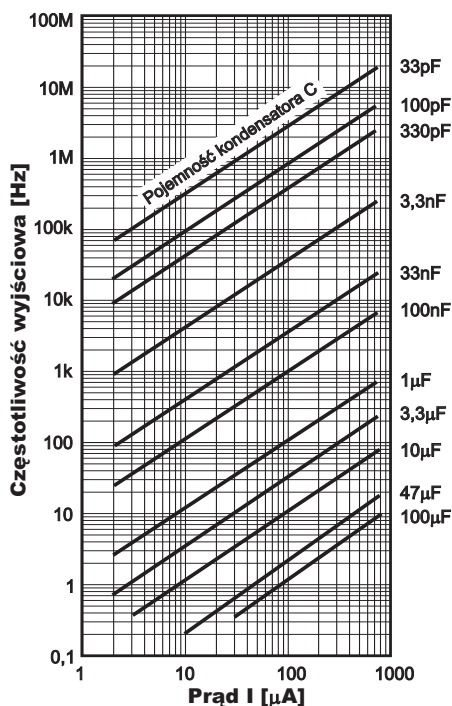
Tabela 1

A0	A1	Kształt przebiegu
X	1	Sinus
0	0	Prostokąt
1	0	Trójkąt

Rys. 1



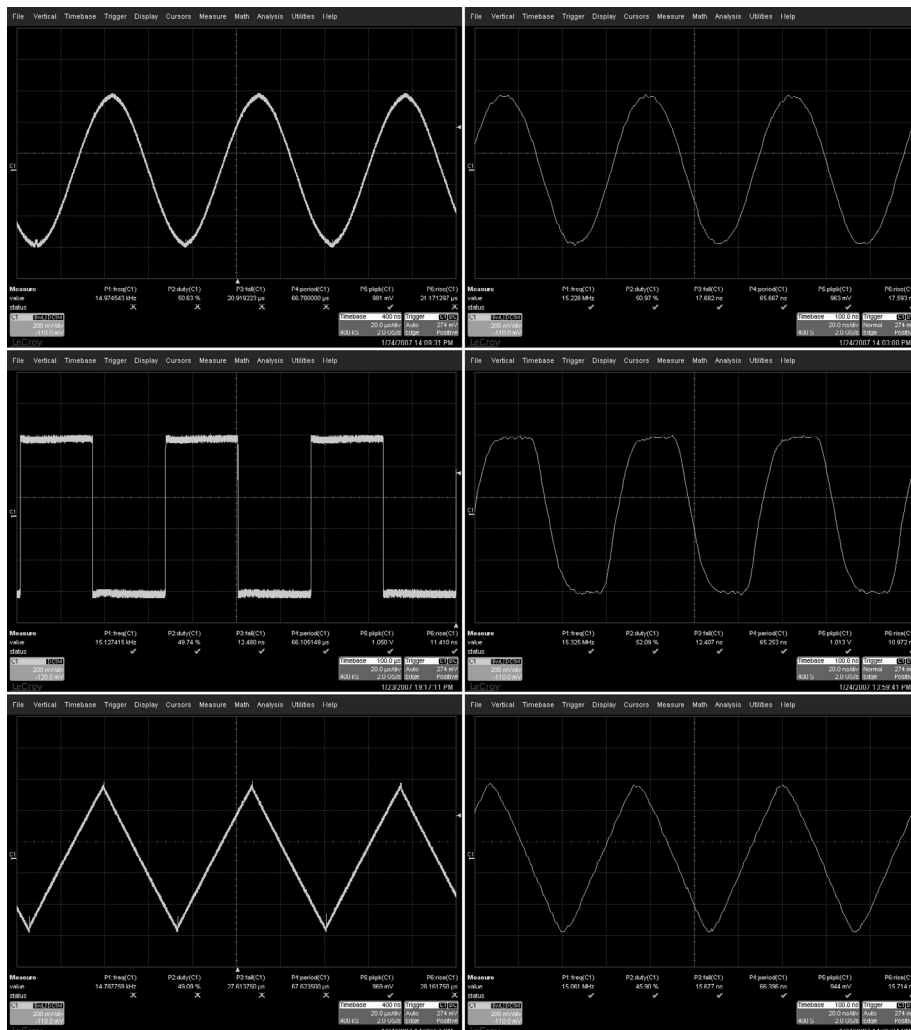
Rys. 2



W naszym przypadku, za pomocą potencjometru R13, zmieniamy napięcie w granicach $-2,3V$ do $2,3V$, uzyskując współczynnik wypełnienia w granicach 20% — 80%.

W strukturze układu MAX038 zintegrowano również źródło napięcia odniesienia (wartość napięcia referencyjnego wynosi $2,5V$) oraz detektor fazy, który można wykozystać jako układ detekcyjny w pętli PLL stabilizującego częstotliwość sygnału wyjściowego.

Przełącznik S3 spełnia rolę selektora zakresu generowanych częstotliwości. Za pomocą tego przełącznika do wejścia COSC (wyprowadzenie 5) układu IC1 dołączone są kondensatory C7 — C12, które decydują o przedziale generowanych częstotliwości. Wzór, z którego korzystamy do obliczenia odpowiedniej częstotliwości na wyjściu:



Rys. 4

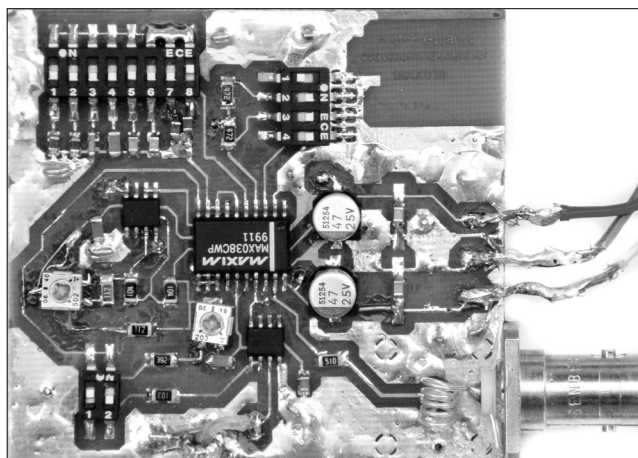
F_0 (MHz) = I_{IN} (μA) / C_F (pF), gdzie:
 I_{IN} — prąd wpływający do IIN (pomiędzy $2\mu A$, a $750\mu A$)
 C_F — pojemność podłączona do COSC i GND ($0pF > 100\mu F$)

Przy dobieraniu odpowiedniej pojemności można również się posłużyć **rysunkiem 2**.

Drugim parametrem, od którego zależy

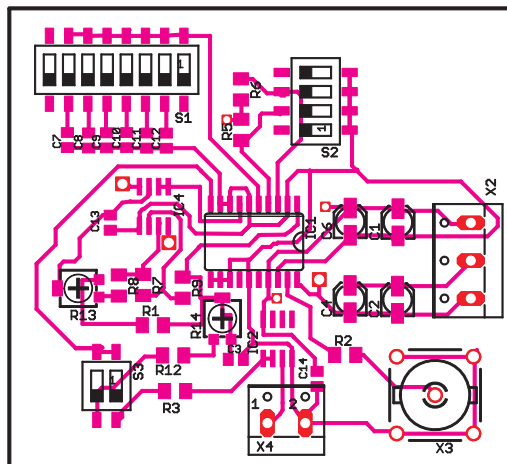
$-2,3V$ do $2,3V$. Wzór, który daje nam zależność na odpowiednie napięcie przy zadanym współczynniku wypełnienia:
 $V_{DADJ} = (50\% - dc) \times 0.0575$, gdzie:
 V_{DADJ} — napięcie DADJ
 dc — współczynnik wypełnienia (ang. duty cycle) w %

Fot. 2



częstotliwości sygnału wyjściowego, jest prąd wpływający do wejścia układu IC1, które jest oznaczone IIN. Przełącznikiem S1 reguluje się charakter przetwarzania generatora, czy to ma być regulowanie potencjometrem (prądowo), czy też zewnętrznie podawanym napięciem (typowy VCO). Napięcie to można zmieniać (przy rezystorze R3 równym $10k\Omega$) w granicach

Rys. 3



Montaż i uruchomienie

Zaprojektowana płytką (rysunek 3) została wykonana w technologii SMD, stad też należy zwrócić należytą uwagę przy przylutowywaniu elementów. Układ scalony MAX038 należy przylutować bezpośrednio na płytkę, zachowując ostrożność, aby go nie przegrzać, jak i nie pozawierać nóżek. Nie wolno pomieszać kondensatorów.

Chcąc uzyskać inne zakresy przestrajania, można w miejsce C7-C13 wmontować odpowiednio inne kondensatory, korzystając z pierwszego wzoru. Należy pamiętać, że im większa pojemność, tym mniejsza częstotliwość. Po poprawnym zmontowaniu układ powinien pracować zaraz po podłączeniu zasilania. Należy pamiętać, aby zasilanie było symetryczne (-5V, 5V) i stabilizowane, a napięcie sterujące częstotliwością mieściło się w granicach 0,02V do 7,5V. Nie wolno, aby przełącznik S1 był w położeniu włączonych dwóch stanów, stad też albo sterujemy częstotliwością napięcie w danym podzakresie albo prądowo — potencjometrem R13.

Na rysunku 4 pokazane są zrzuty z ekranu oscyloskopu (2GS/s) przebiegów o czę-

stotliwości 15kHz (z lewej) i 15MHz (z prawej). Jak widać, nawet przy częstotliwościach powyżej 10MHz generator daje użyteczne przebiegi.

Piotr Pietrzyk
pietrzyk.piotr@gmail.com

Projekt został wykonany w ramach kursu Układy Elektroniczne II, na wydziale Elektroniki Politechniki Wrocławskiej. Słowa podziękowania chcę złożyć doktorowi Markowi Zaradnemu, który był moim opiekunem podczas prac nad projektem, służąc radą i wszelką pomocą.

Wykaz elementów

Rezystory SMD

R1, R8	1,1kΩ
R2	50Ω
R3, R7, R9	10kΩ
R5, R6	4,7kΩ
R12	3,9kΩ
R13	20kΩ potencjometr
R14	5kΩ potencjometr

Kondensatory SMD

C1, C2, C8, C14	100nF
C3	1nF
C4, C5	47μF
C7	33μF
C9	33nF

C10	330pF
C11	100pF
C12	33pF
C13	10nF

Półprzewodniki

IC1	MAX038
IC2, IC4	LM358

Pozostałe

S1	Przełącznik DIP-SWITCH SMD dł. 5,04mm 2 sekcje
S2	Przełącznik DIP-SWITCH SMD dł. 10,12mm 4 sekcje
S3	Przełącznik DIP-SWITCH SMD dł. 20,28mm 8 sekcji
Gniazdo BNC	

Płytką drukowaną jest dostępna w sieci handlowej AVT jako AVT-2846.