

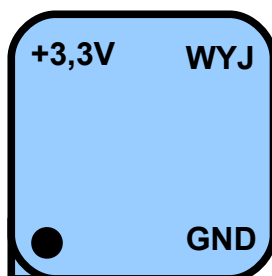
Laboratorium Analogowych Układów Elektronicznych

Laboratorium 6

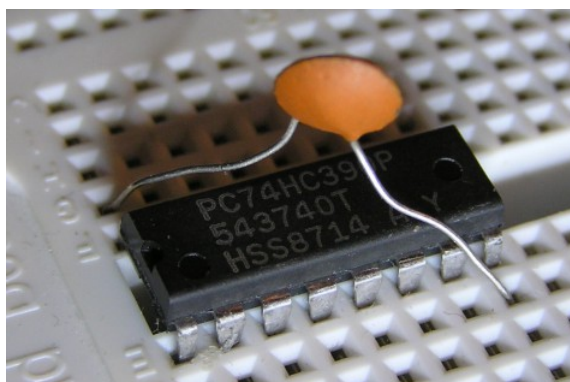
Pętla synchronizacji fazowej

W tym ćwiczeniu badany będzie układ pętli synchronizacji fazowej jako układu generującego przebieg o zadanej dokładnej częstotliwości.

1. W ćwiczeniu wykorzystywane będą szereg układów scalonych. Rozkład wyprowadzeń każdego z nich należy odczytać z odpowiedniej noty katalogowej. Poza tym, w ćwiczeniu wykorzystywany jest układ generatora kwarcowego. Jego wyprowadzenia opisane są na rysunku poniżej, w widoku z góry. Wyprowadzenia znajdują się POD układem.



2. **UWAGA!** W ćwiczeniu wykorzystujemy **jedynie zasilanie +3,3V**. Podłączenie wyższego napięcia może spowodować uszkodzenie układów.
3. **UWAGA 2!** Proszę **nie demontować uprzednio zbudowanych układów przy przechodzeniu do kolejnego punktu** – wszystkie będą połączone w całość pod koniec!
4. **UWAGA 3!** Wszystkie wykorzystane układy powinny mieć kondensator o pojemności 100nF podłączony równolegle do wyprowadzeń zasilania, jak pokazane to zostało na zdjęciu poniżej.



5. Tradycyjnie, proszę odczytać z oznaczeń a następnie zmierzyć wartości wszystkich rezystorów i kondensatorów w zestawie do dzisiejszego ćwiczenia.
6. Proszę umieścić w płytce stykowej generator kwarcowy, podłączyć zasilanie i sprawdzić poprawność jego pracy. Proszę zmierzyć częstotliwość generowanego przebiegu.
7. Proszę zmontować układ dzielnika częstotliwości z wykorzystaniem układu scalonego 74HC4040. W tym celu należy do układu podłączyć w prawidłowy sposób zasilanie, podać sygnał z generatora kwarcowego na wejście zegarowe oraz połączyć nóżkę resetu „MR” (lub „CLR” - zależy od wersji dokumentacji) z potencjałem masy, aby umożliwić zliczanie dzielnika. Proszę odnaleźć wyjście, na którym sygnał wyjściowy ma częstotliwość, która mieści się w zakresie 5kHz-15kHz. Proszę zmierzyć tę częstotliwość i podać numer pinu, na którym występuje ten sygnał. Sygnał ten będziemy na późniejszym etapie traktować jako podzielony sygnał odniesienia dla pętli fazowej.

8. Proszę zmontować układ dzielnika częstotliwości z wykorzystaniem układu scalonego 74HC191. Układ 74HC191 daje bardziej przez nas pożądane w tym zastosowaniu możliwości podziału częstotliwości niż użyty w poprzednim punkcie układ 74HC4040. Podłączenie jest nieco żmudne, proszę starać się nie popełnić pomyłki. Początkowo proszę podłączyć wszystkie wyprowadzenia odpowiedzialne za wybór stopnia podziału do +3,3V.

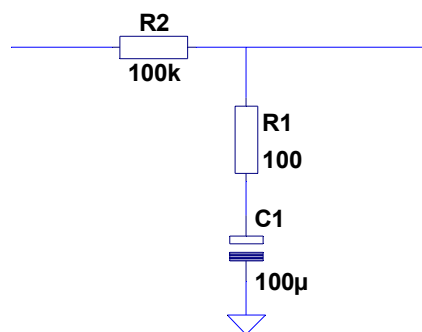
Numer wyprowadzenia	gdzie podłączyć
1	GND lub +3,3V zależnie od podziału: bit 1 (2 ¹)
2	bez połączenia
3	bez połączenia
4	GND
5	+3,3V
6	bez połączenia
7	bez połączenia
8	GND
9	GND lub +3,3V zależnie od podziału: bit 3 (2 ³)
10	GND lub +3,3V zależnie od podziału: bit 2 (2 ²)
11	połączyć z wyprowadzeniem 13
12	---sygnał wyjściowy---
13	połączyć z wyprowadzeniem 11
14	---sygnał wejściowy---
15	GND lub +3,3V zależnie od podziału: bit 0 (2 ⁰)
16	+3,3V

Aby sprawdzić poprawność działania dzielnika, proszę zmierzyć częstotliwość sygnału na wyjściu (wyprowadzenie 12), gdy na wejście (wyprowadzenie 14) podłączony jest sygnał z generatora kwarcowego. Proszę zmierzyć częstotliwość wyjściową dla wszystkich możliwych kombinacji stanów logicznych na wejściach 1, 9, 10, 15.

9. Kolejnym krokiem jest podłączenie układu 74HC4046 – układu pętli synchronizacji fazowej. Podstawowe połączenia umożliwiające uruchomienie generatora VCO podane są w tabeli. Pojemność kondensatora i rezystancję rezystora proszę dobrać na podstawie wykresów z dokumentacji i dołączyć zgodnie z dokumentacją. Częstotliwość środkową VCO proszę ustalić na około 10 razy większą niż częstotliwość odczytaną w punkcie 7. Do nóżki 9 proszę dołączyć suwak potencjometru, którego pozostałe wyprowadzenia podpięte są do +3,3V i GND. Proszę określić zakres częstotliwości uzyskiwanych na wyjściu VCO przy pełnym zakresie napięcia sterującego uzyskiwanego przez kręcenie potencjometrem.

Numer wyprowadzenia	gdzie podłączyć
1	bez połączenia
2	bez połączenia
3	GND
4	wyście VCO – podłączyć do oscyloskopu
5	GND
6	kondensator
7	kondensator
8	GND
9	suwak potencjometru
10	bez połączenia
11	rezystor – drugie wyprowadzenie do masy
12	bez połączenia
13	bez połączenia
14	GND
15	bez połączenia
16	+3,3V

10. Kolejnym elementem układu PLL jest filtr pętli. W celach demonstracyjnych wykorzystany tu zostanie filtr o bardzo wąskim pasmie. Proszę zbudować filtr z poniższego schematu oraz wyznaczyć jego teoretyczną transmitancję.



11. Połączenie całości pętli.
Modyfikacji wymagają połączenia układu 74HC4046, według poniższej tabeli. Wykorzystany zostanie komparator fazy 2. Potencjometr należy odłączyć. Wyście sygnału generatora kwarcowego należy podłączyć do wyprowadzenia 10 układu 74HC4040.

Numer wyprowadzenia	gdzie podłączyć
1	bez połączenia
2	bez połączenia
3	dołączyć sygnał wyjściowy z dzielnika 74HC191 (w. 12)
4	wyjście VCO: do wejścia dzielnika 74HC191 (w. 14)
5	GND
6	kondensator
7	kondensator
8	GND
9	dołączyć wyjście filtru pętli
10	bez połączenia
11	rezystor
12	bez połączenia
13	dołączyć do wejścia filtru pętli
14	dołączyć sygnał wyjściowy z dzielnika 74HC4040
15	bez połączenia
16	+3,3V

12. Proszę sprawdzić działanie pętli PLL. Proszę sprawdzić, czy częstotliwość sygnału na wyprowadzeniu 4 układu 74HC4046 jest stabilna. Stabilność sygnału (stan synchronizacji pętli) można też określić na podstawie stanu wyprowadzenia 1 układu 74HC4046. Przy braku synchronizacji na wyjściu tym pojawiają się impulsy ujemne. Proszę zmienić połączenia wyprowadzeń 1, 9, 10, 15 układu 74HC191 i sprawdzać, jaki wpływ mają wartości logiczne na tych wyjściach (wyprowadzenia można podłączać jedynie do +3,3V lub do 0V) na częstotliwość sygnału na wyprowadzeniu 4 układu 74HC4046. Proszę sprawdzić, czy podobne wyniki uzyskuje się dla komparatora fazy 1 (wyprowadzenie 2 zamiast wyprowadzenia 13).
13. Proszę porównać przebiegi (potrzebne będą 2 kanały oscyloskopu) na wyprowadzeniach 3 oraz 14 układu 74HC4046. Proszę określić ich przesunięcie fazowe.
14. Demodulator sygnałów z modulacją częstotliwości. Wykorzystany będzie jedynie układ 74HC4046. Należy w połączeniach wprowadzić następujące modyfikacje. Należy także wymienić kondensator w filtrze pętli na 100nF.

Numer wyprowadzenia	gdzie podłączyć
1	bez połączenia
2	bez połączenia
3	połączyć z wyprowadzeniem 4
4	połączyć z wyprowadzeniem 3
5	GND

6	kondensator
7	kondensator
8	GND
9	dołączyć wyjście filtru pętli
10	wyjście zdemodulowanego sygnału
11	rezystor
12	bez połączenia
13	dołączyć do wejścia filtru pętli
14	dołączyć sygnał z modulacją częstotliwości z generatora laboratoryjnego o częstotliwości równej wybranej w p. 9, dewiacja około 15% częstotliwości nośnej
15	bez połączenia
16	+3,3V