

Generatory kwarcowe

1. Cel ćwiczenia

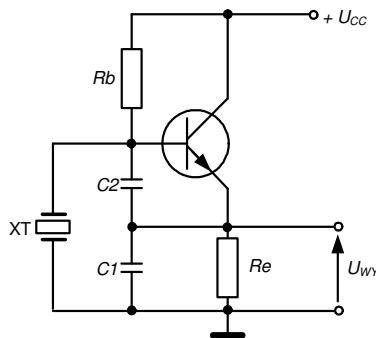
Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z zagadnieniami dotyczącymi generacji przebiegów sinusoidalnych w podstawowych strukturach generatorów kwarcowych. Ponadto ćwiczenie ma na celu zaznajomienie z techniką montażu powierzchniowego SMT (ang. Surface Mount Technology).

2. Opis układu badanego.

W ćwiczeniu możliwe są do przebadania generatory kwarcowe pracujące w trzech najprostszych i najbardziej popularnych strukturach układowych:
generator kwarcowy Colpittsa-Pierce'a z tranzystorem bipolarnym,
generator kwarcowy realizowany na bramkach TTL,
generator kwarcowy realizowany na inwerterach CMOS.

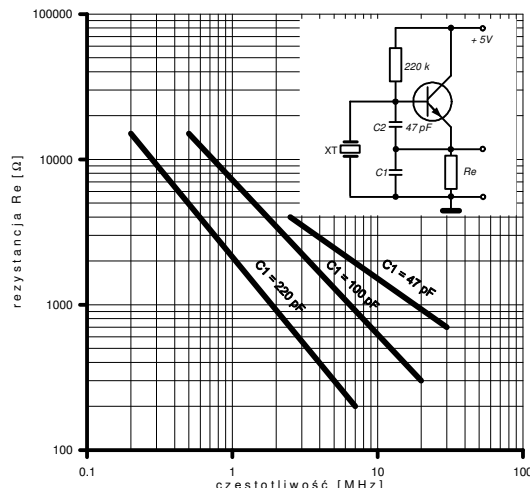
2.1. Generator kwarcowy Colpittsa-Pierce'a z tranzystorem bipolarnym

Układ generatora kwarcowego Colpittsa-Pierce'a pracujący w rezonansie równoległym przedstawiono na rys.1.



Rys.1. Generator kwarcowy Colpittsa-Pierce'a z tranzystorem bipolarnym

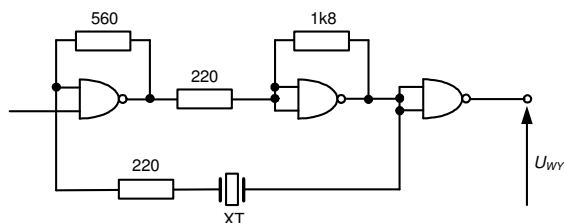
Stosując w układzie rezonatory kwarcowe o wartościach rezonansu rzędu do kilkudziesięciu MHz, elementy C1, Re w układzie generatora można dobrać według wykresu przedstawionego na rys.2.



Rys.2. Dobór wartości elementów C1 i Re w układzie generatora Colpittsa-Pierce'a

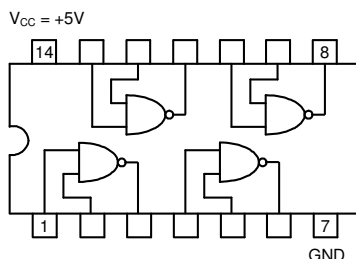
2.2. Generator kwarcowy realizowany na bramkach TTL

Na rys.3 przedstawiono schemat generatora kwarcowego zrealizowanego na bramkach NAND. Układ generatora pracuje w rezonansie szeregowym. W układzie tym, przy zachowaniu tych samych wartości rezystancji, można stosować rezonatory kwarcowe o częstotliwości drgań rzędu od kilku do 10 MHz.



Rys.3. Generator kwarcowy z rezonansem szeregowym realizowany na bramkach NAND

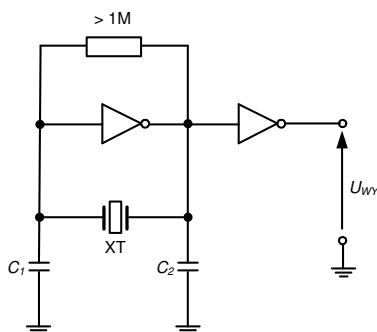
W ćwiczeniu laboratoryjnym proponuje się realizować układ z wykorzystaniem bramek TTL z serii układów scalonych 74LS00 (wyprowadzenia końcówek układu na rys. 4).



Rys.4 Wyprowadzenia układu 7400

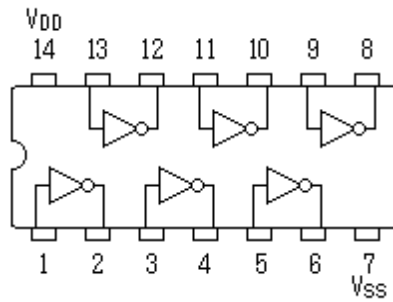
2.3. Generator kwarcowy realizowany na inwerterach CMOS

Na rys.5 przedstawiono schemat generatora kwarcowego zrealizowanego na inwerterach. Układ generatora pracuje w rezonansie równoległym. Wartości C_1 i C_2 w układzie powinny przyjmować wartości w przybliżeniu równe. Dobór zbyt dużych wartości tych pojemności zwiększa stabilność generatora jednakże może powodować problemy przy jego wzbudzaniu. Stosując w układzie rezonatory kwarcowe o częstotliwości drgań rzędu od kilku do 10 MHz, należy stosować pojemności $C_1 = C_2$ o wartości rzędu kilkudziesięciu pF (22 – 47 pF).



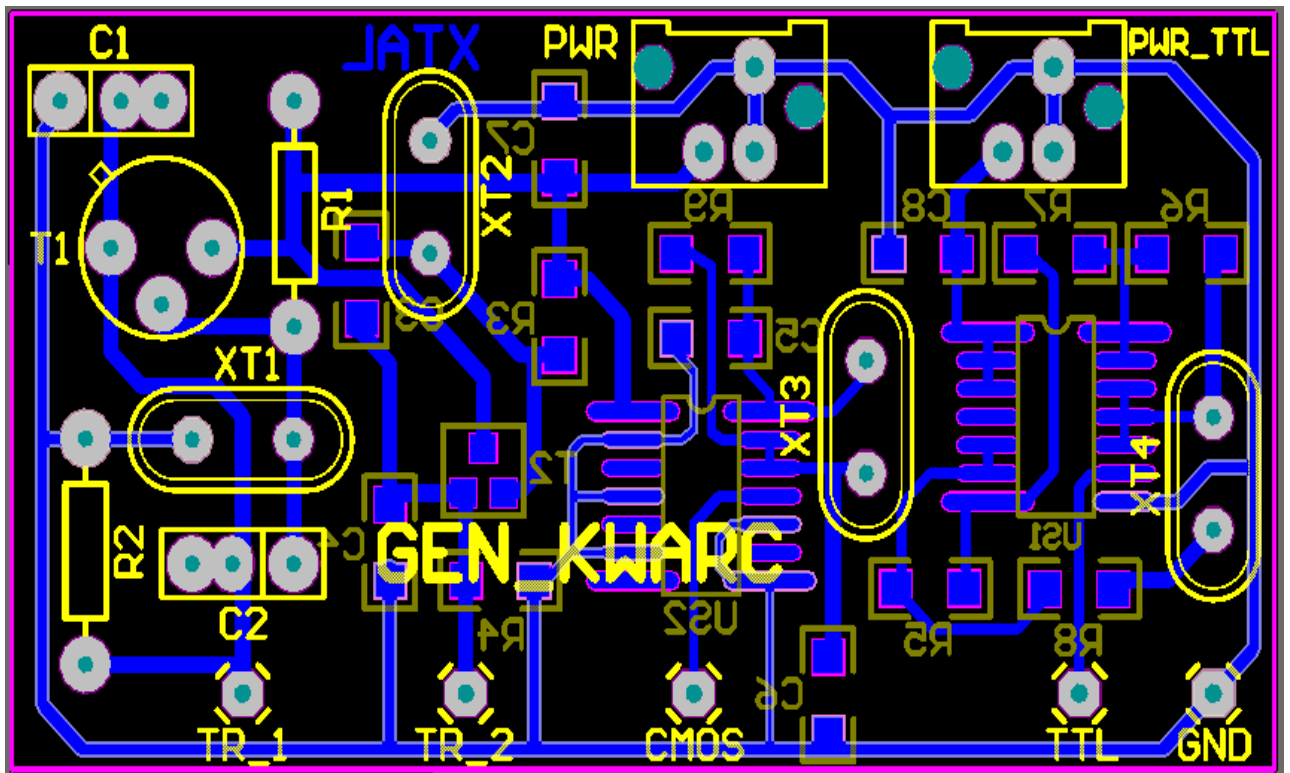
Rys.5. Generator kwarcowy z rezonansem równoległym realizowany na inwerterach

W ćwiczeniu laboratoryjnym proponuje się realizować układ z wykorzystaniem bramek CMOS z serii układów scalonych 4069 (wyprowadzenia układu na rys. 6).

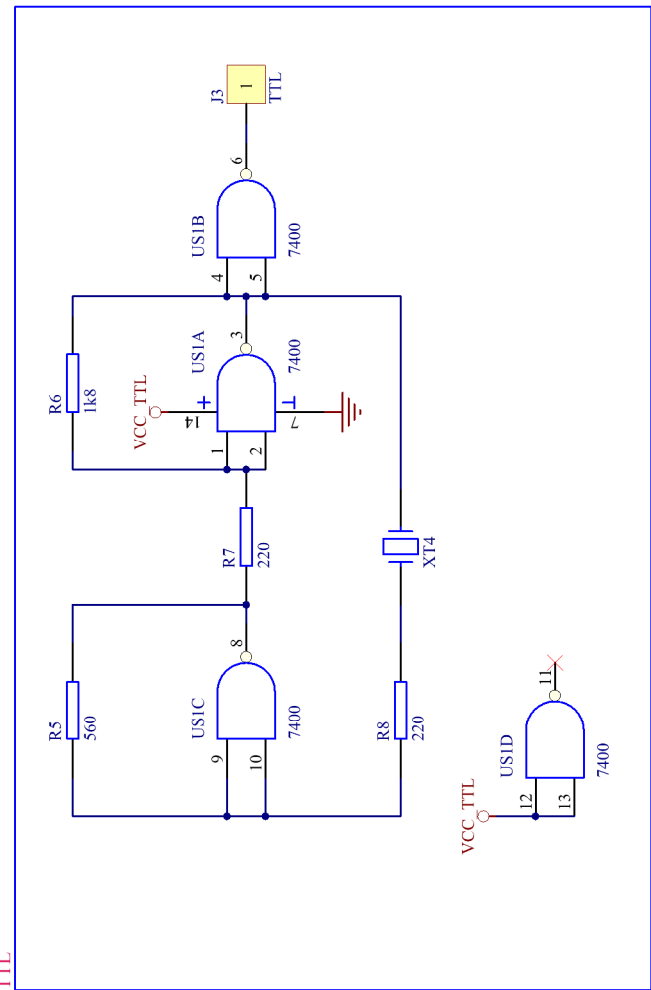
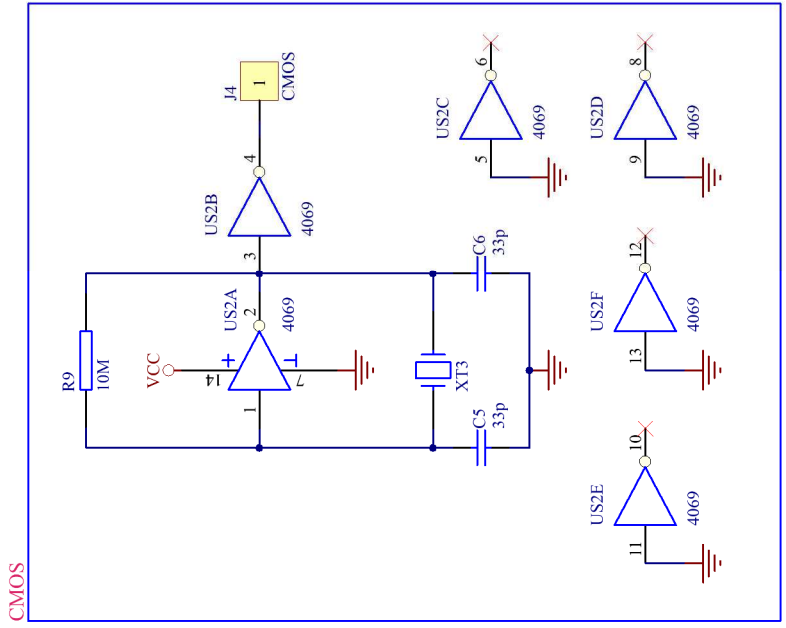
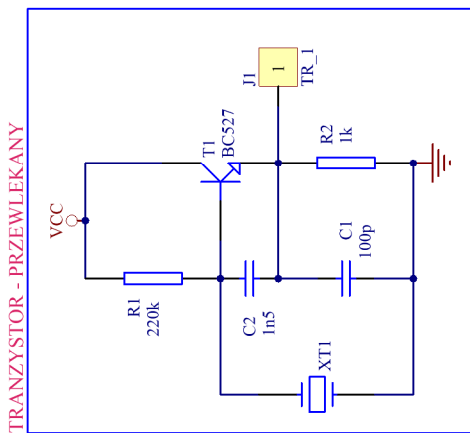
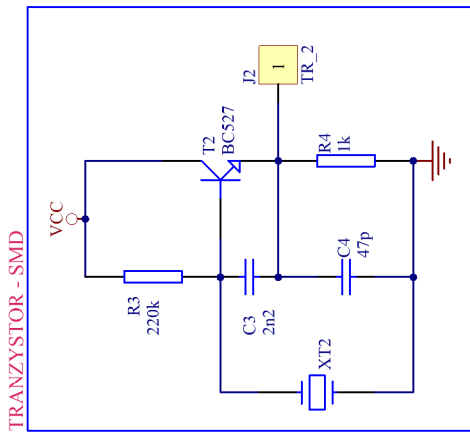
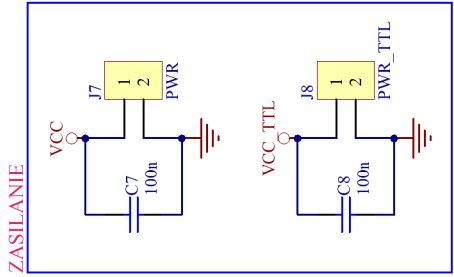
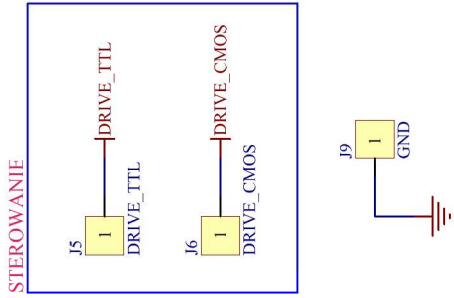


Rys.6. Wyprowadzenie w układzie 4069

Na rysunkach 7 i 8 Przedstawiono widok płytki PCB. oraz schemat elektryczny płytki.



Rys.7. Widok płytki drukowanej montowanych generatorów



Rys.8. Schemat ideowy generatorów kwarcowych.

3. Przygotowanie.

Szacowany czas przygotowania do zajęć wynosi 2 do 6 godzin.

3.1. Literatura

- [1] Materiały Laboratorium i Wykładów Zespołu Układów Elektronicznych.
- [2] U. Tietze, Ch. Schenk, Układy półprzewodnikowe, WNT, Warszawa, 1996, s. 586-611.
- [3] S. Kuta, Elementy i układy elektroniczne, AGH, 2000, s. 375-415.
- [4] Matthys R.J., Crystal oscillator circuits, Krieger Publishing Company, 1992.

3.2. Pytania kontrolne

Pytania kontrolne:

- 1) Jaki jest schemat zastępczy rezonatora kwarcowego ?
- 2) Co to jest rezonans szeregowy i równoległy rezonatora kwarcowego ?
- 3) Na jakich częstotliwościach (równoległej czy szeregowej) pracują generatory budowane na laboratorium ?
- 4) Naskicuj moduł impedancji rezonatora kwarcowego w funkcji częstotliwości.
- 5) Co to są warunki amplitudy i fazy generacji sygnałów ?
- 6) Wymień znane generatory sinusoidalne RC, LC.

3.3. Przygotowanie do zajęć

W tym ćwiczeniu nie ma konieczności projektowania układu.

4. Program ćwiczenia

Ćwiczenie laboratoryjne oprócz zapoznania z typowymi układami generatorów kwarcowych ma na celu zaznajomienie ćwiczących z techniką montażu SMT. Elementy elektroniczne przeznaczone do montażu powierzchniowego SMT noszą nazwę elementów SMD (ang. Surface Mounted Devices). Elementy te w porównaniu z elementami stosowanymi w technice przewlekanej charakteryzują się niewielkimi rozmiarami i płaską obudową. Pozwala to znacznie zminiaturyzować rozmiary płytki drukowanej. Ze względu na rozmiary elementów SMD montaż powierzchniowy prowadzony jest zazwyczaj przy wykorzystaniu automatów lutowniczych. Jednakże przy zachowaniu precyzji można wykonywać go również przy zastosowaniu tradycyjnej ręcznej metody lutowania.

Przed przylutowaniem elementu SMD należy nanieść niewielką ilość cyny na jedno z pól do których element ten ma zostać przylutowany. Następnie umieścić precyzyjnie element SMD na płytce drukowanej. Dociskając element do płytki rozgrzać miejsce z naniesioną wcześniej cyną. Gdy element wtopi się w to miejsce i przylegając do płytki będzie nieruchomy, należy przystąpić do lutowania pozostałych jego końcówek.

4.1. Generator kwarcowy Colpittsa-Pierce'a z tranzystorem bipolarnym

W generatorze kwarcowym z rysunku 1 należy przyjąć wartości elementów jak na schemacie.

Układ ten możliwy jest do złożenia w dwóch technikach montażu: przewlekanej i SMT (rys.7 pole TR_1 – montaż przewlekany, pole TR_2 – montaż SMT). Po złożeniu układu w jednej z technik należy:

- 1) podłączyć do wyjścia generatora oscyloskop (sonda z podziałem 10x),
- 2) zasilić układ generatora napięciem stałym $V_{cc} = 5V$,
- 3) na wyjściu generatora zaobserwować częstotliwość uzyskanych drgań oraz ich amplitudę,

- 4) zmieniając napięcie zasilające od 0 do max 15 V zaobserwować wpływ tego napięcia na warunki generowanego sygnału.

4.2. Generator kwarcowy realizowany na bramkach TTL

Do montażu należy przyjąć układ o wartościach elementów jak na rys.3 oraz XT_4 = od 4 do 10 MHz. Stosując układ z bramkami TTL należy pamiętać, że napięcie zasilające ten układ waha się w granicach od 4,75V do 5,25 V. Przekroczenie napięcia zasilającego powyżej górnej wartości spowoduje zniszczenie układu!!

Po złożeniu układu generatora z rys.7 (pole TTL) należy:

- 1) podłączyć oscyloskop i woltomierz do wyjścia generatora (sonda z podziałem 10x),
- 2) zasilic układ generatora napięciem stałym $V_{cc} \text{ TTL} = 5V$,
- 3) na wyjściu generatora zaobserwować częstotliwość uzyskanych drgań oraz ich amplitudę.

4.3. Generator kwarcowy realizowany na inwerterach CMOS

Do montażu generatora z rys.5 należy przyjąć:

$C_5 = C_6 = 33 \text{ pF}$, XT_3 = od 4 do 10 MHz.

Po złożeniu układu z rys.7 (pole CMOS) należy:

- 1) podłączyć oscyloskop i woltomierz do wyjścia generatora (sonda z podziałem 10x),
- 2) zasilic układ generatora napięciem stałym $V_{cc} = 5V$,
- 3) na wyjściu generatora zaobserwować częstotliwość uzyskanych drgań oraz ich amplitudę,
- 4) zmieniając napięcie zasilające od 0 do max 15 V zaobserwować wpływ tego napięcia na warunki generowanego sygnału.

4.4. Zawartość sprawozdania

Sprawozdanie powinno zawierać:

- 1) Zrzuty ekranów (fotografie) przebiegów dla każdego z montowanych generatorów oraz dokładne częstotliwości generowanych sygnałów (dokładność do 5-6 cyfr znaczących).
- 2) Tabele wyników i wykresy zmierzonych zależności.
- 3) Wnioski dotyczące generowanych częstotliwości i charakterystykę kształtu generowanych przebiegów.