

TECHNIKA CYFROWA
Ćwiczenie nr. 2
Czterobitowy układ TIMER

Antoni Kucharski, Maciej Wilewski, Dawid Mularczyk, Kamil Lesiński

Spis treści

1	Temat ćwiczenia	2
2	Opis rozwiązania	2
3	Licznik	2
3.1	Przerzutnik typu D	2
3.2	Dzielenie częstotliwości przez 2	2
3.3	Licznik złożony z czterech przerzutników	3
4	Licznik z możliwością ustawienia czasu początkowego	3
5	Transkoder liczby binarnej na dziesiętną	4
5.1	Tabela prawdy	5
5.2	Tabele Karnaugh i schematy w programie Multisim	5
6	Alarm	9
7	Pełny układ	9
8	Testowanie	9
8.1	Testowanie transkodera liczb szesnastkowych na dziesiętne	9
9	Zastosowania	11

1 Temat ćwiczenia

Za pomocą dowolnych przerzutników i bramek logicznych należało zaprojektować czterobitowy układ TIMER odmierzający ustawiany za pomocą przełączników czas w granicach od 0 do 15. Układ powinien rozpocząć odliczanie po wciśnięciu przycisku START, a gdy czas dojdzie do zera — powinien się włączyć alarm w postaci diody LED. Ponowne wciśnięcie przycisku START ma uruchomić odliczanie po raz kolejny.

2 Opis rozwiązania

Układ który rozwiąże zadanie będzie składał się z:

- Czterech przełączników służących do ustawiania liczby od 0 do 15 włącznie, od której układ ma zacząć odliczanie (liczbę reprezentujemy binarnie, stąd 4 przełączniki — każdy reprezentuje jeden bit),
- Dwóch wyświetlaczy siedmiosegmentowych,
- Transkodera liczby binarnej na dziesiętną,
- Przełącznika modulującego tryb układu (TIME_SET)
 - Tryb odliczania: układ odlicza czas w dół od ustalonej wartości do zera
 - Tryb ustawiania liczby: ustawiamy wspomnianymi wyżej przełącznikami liczbę, i widzimy ją na wyświetlaczach. Funkcja odliczania jest zablokowana. W poprzednim trybie można również ustawiać liczbę, lecz układ zacząłby od razu odliczanie.
- Przycisku START uruchamiającego układ (korzystamy głównie gdy licznik doliczy się do zera, bo przełącznik TIME_SET również może rozpocząć odliczanie).
- Licznika zbudowanego z przerzutników typu D
- Diody LED

Układ zasilany jest źródłem prądu zmiennego. Przełącznik TIME_SET umożliwia uruchomienie programu, natomiast przełącznik start powoduje zrestartowanie odliczania. Odbywa się ono za pomocą przerzutników typu D. Podłączone są one do siedmiosegmentowych wyświetlaczy które pokazują odpowiednią liczbę. Przy pomocy tabel Karnaugh wyprowadzone zostały funkcje logiczne transkodera liczby binarnej na dziesiętną.

3 Licznik

Timer składa się z określonej liczby przerzutników (4) typu D. Pierwszy z nich jest podłączony do źródła prądu zmiennego.

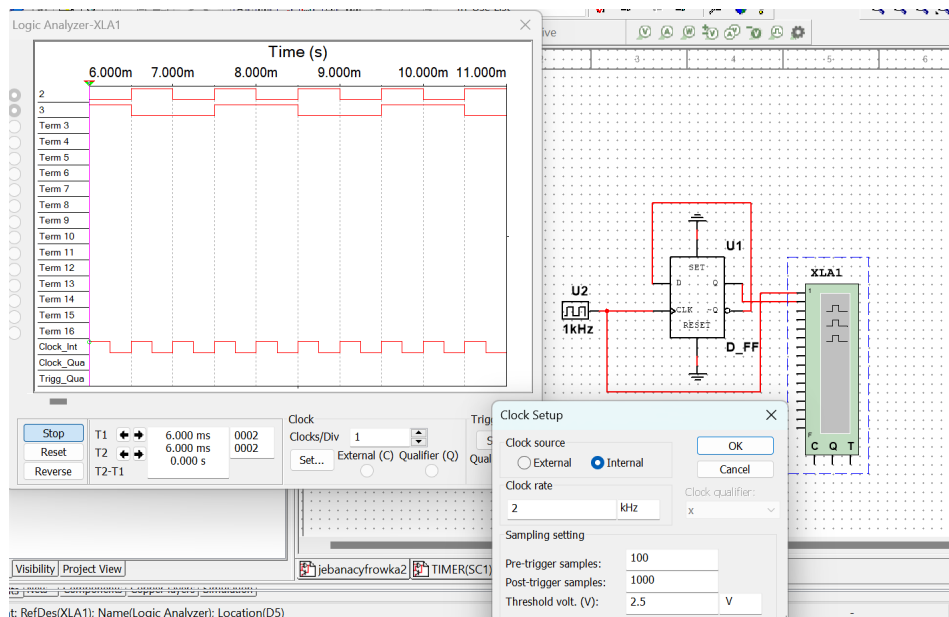
3.1 Przerzutnik typu D

Przerzutnik typu D jest jednym z podstawowych elementów w elektronice cyfrowej. Jest to dwustanowy układ logiczny, który przechowuje jedną bitową wartość. Ma dwa wejścia: dane (D) i sygnał zegarowy (CLK), oraz dwa wyjścia: stan(Q) i stan sprzężony (Q').

Rysunek 1: Schemat przerzutnika

3.2 Dzielenie częstotliwości przez 2

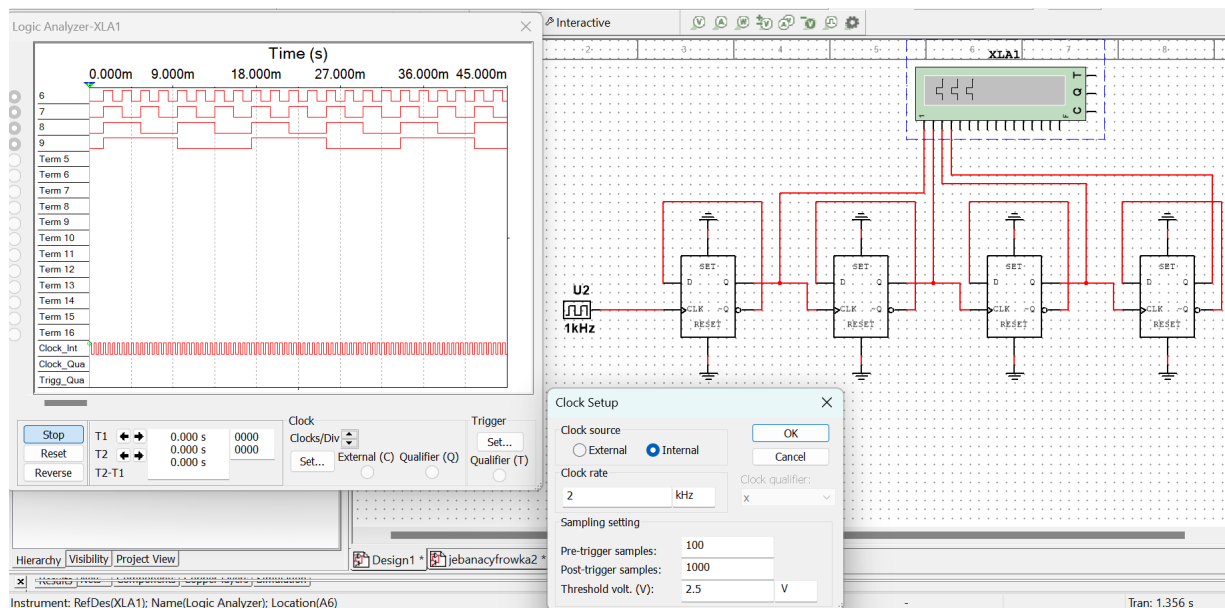
Przez sprzężenie zwrotne wyjścia z Q do wejścia D, impulsy wyjściowe na Q mają częstotliwość połowy częstotliwości zegara wejściowego.



Rysunek 2: Zastosowanie przerzutnika typu D do dwukrotnego zmniejszenia częstotliwości sygnału zegarowego

3.3 Licznik złożony z czterech przerzutników

Użyty przez nas licznik jest asynchroniczny. Każdy z przerzutników otrzymuje sygnał zegarowy o innej częstotliwości (pierwszy — częstotliwość źródła, każdy kolejny — połowę częstotliwości poprzedniego).

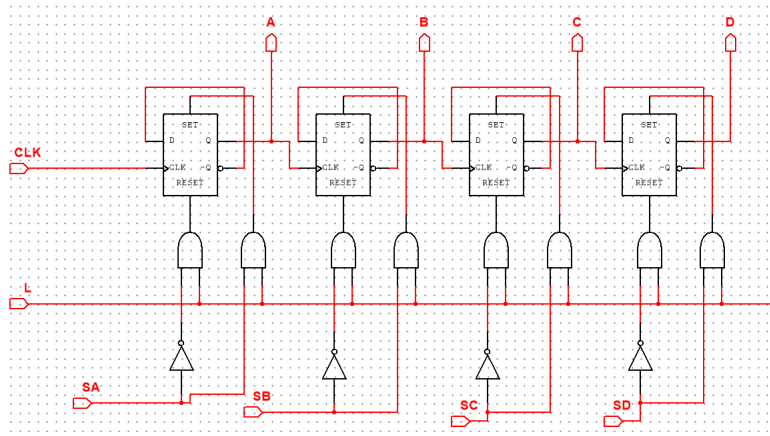


Rysunek 3: Działanie licznika złożonego z czterech przerzutników typu D

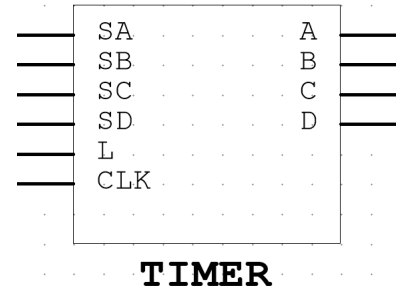
Z analizatora stanów logicznych widać, że sygnał wyjściowy każdego przerzutnika jest sygnałem zegarowym o dwukrotnie mniejszej częstotliwości od wejściowego sygnału.

4 Licznik z możliwością ustawienia czasu początkowego

Ustawianie czasu, od którego układ ma rozpocząć odliczanie odbywa się za pomocą czterech przełączników — każdy odpowiedzialny za wartość konkretnego bitu w reprezentacji binarnej liczby ze zbioru $\{0, 1, 2, \dots, 15\}$.



(a) Schemat układu



(b) Podukład

Rysunek 4: Licznika z możliwością ustawiania liczby początkowej

Definicja wejść:

- CLK — sygnał zegarowy
- L — sygnał “load”. Wartość 1 wskazuje, że układ jest w trybie ustawiania liczby, 0 — w trybie odliczania

Wejścia SA, SB, SC i SD to wartości, które chcemy ustawić bitom odpowiednio A, B, C, D. Jeżeli układ jest w trybie ustawiania liczby ($L = 1$) SA, SB, SC i SD są przekazywane wejściom SET przerzutnikom odpowiadającym ustawianemu bitowi, a ich zaprzeczenia — wejściom RESET. W przypadku trybu odliczania — SET i RESET są ustawione na 0, co umożliwia odliczanie.

5 Transkoder liczby binarnej na dziesiętną

Przyjmijmy oznaczenie \mathbf{B}_{ij} — j -ty bit i -tego wyświetlacza siedmiosegmentowego. $i \in \{1, 2\}$, $j \in \{1, 2, 3, 4\}$. Mamy 2 wyświetlacze, a każdy z nich ma wejście na cztery bity (jest to wyświetlacz liczby od 0 do F w systemie szesnastkowym, stąd 4 wejścia). Wyświetlacz po lewej pełni rolę cyfry dziesiątek (jest to wyświetlacz 2, czyli $i = 2$), zatem jedyny bit, który może się zmieniać to najmłodszy (B21), bo dla liczb od 0 do 15 włącznie cyfra dziesiątek przyjmuje wartość 0 lub 1. Wejścia pozostałych bitów wyświetlacza 2 są uziemione.

5.1 Tabela prawdy

Tabela 1: Tabela prawdy dla transkodera liczby binarnej na dziesiętną

N	D	C	B	A	B21	B14	B13	B12	B11
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	0	0	1
2	0	0	1	0	0	0	0	1	0
3	0	0	1	1	0	0	0	1	1
4	0	1	0	0	0	0	1	0	0
5	0	1	0	1	0	0	1	0	1
6	0	1	1	0	0	0	1	1	0
7	0	1	1	1	0	0	1	1	1
8	1	0	0	0	0	1	0	0	0
9	1	0	0	1	0	1	0	0	1
10	1	0	1	0	1	0	0	0	0
11	1	0	1	1	1	0	0	0	1
12	1	1	0	0	1	0	0	1	0
13	1	1	0	1	1	0	0	1	1
14	1	1	1	0	1	0	1	0	0
15	1	1	1	1	1	0	1	0	1

5.2 Tabele Karnaugh i schematy w programie Multisim

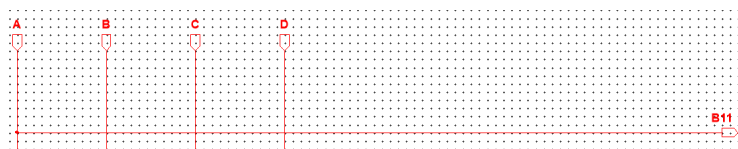
Na podstawie tabeli prawdy tworzymy tablice Karnaugh dla wyjść transkodera. Zaznaczamy największe grupy pól z jedynkami i zapisujemy powstałą formułę. Szkicujemy schemat układu oraz projektujemy go w Multisimie

Bit B11

Tabela 2: Tabela Karnaugh dla bitu B11

DC\BA	00	01	11	10
00	0	1	1	0
01	0	1	1	0
11	0	1	1	0
10	0	1	1	0

$$B11 = A$$



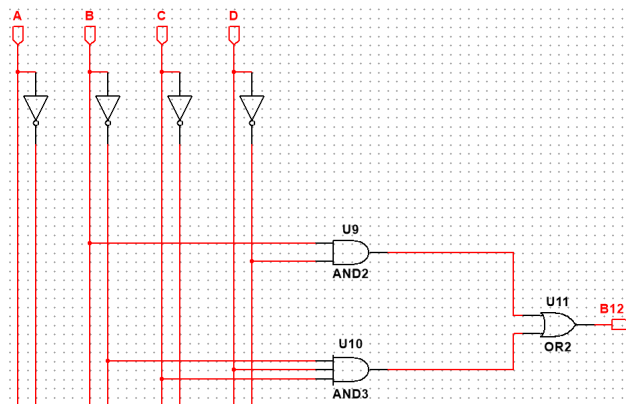
Rysunek 5: Schemat "transkodera" dla bitu B11

Bit B12

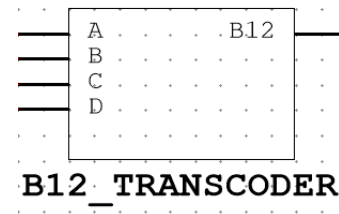
Tabela 3: Tabela Karnaugh dla bitu B12

DC\BA	00	01	11	10
00	0	0	1	1
01	0	0	1	1
11	1	1	0	0
10	0	0	0	0

$$B12 = D'B + DCB'$$



(a) Schemat transkodera



(b) Podukład

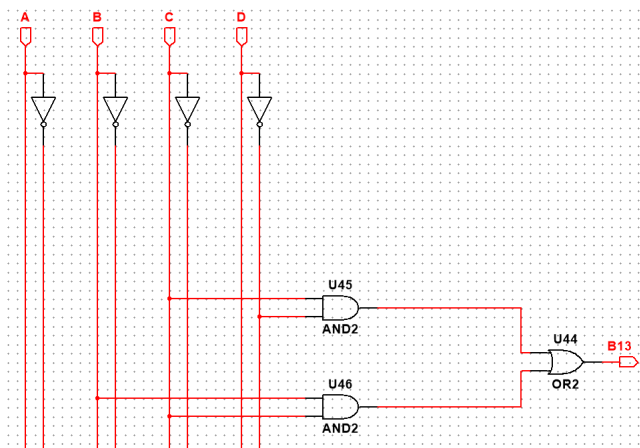
Rysunek 6: Transkoder dla bitu B12

Bit B13

Tabela 4: Tabela Karnaugh dla bitu B13

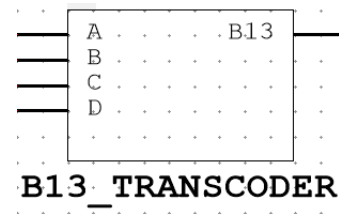
DC\BA	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	1	1	1	1
11	0	0	1	1
10	0	0	0	0

$$B13 = D'C + BC$$



(a) Schemat transkodera

Rysunek 7: Transkoder dla bitu B13



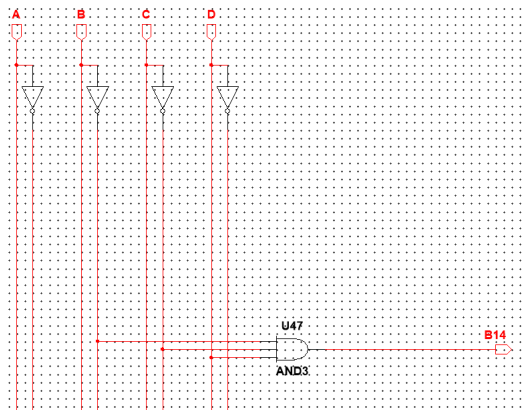
(b) Podukład

Bit B14

Tabela 5: Tabela Karnaugh dla bitu B14

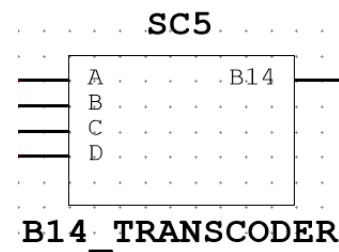
DC\BA	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	0	0
11	0	0	0	0
10	1	1	0	0

$$B14 = B'DC'$$



(a) Schemat transkodera

Rysunek 8: Transkoder dla bitu B14



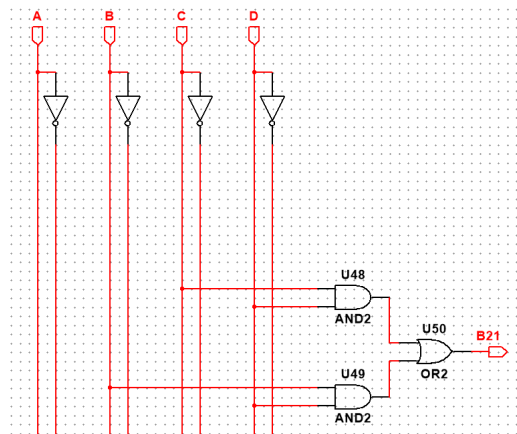
(b) Podukład

Bit B21

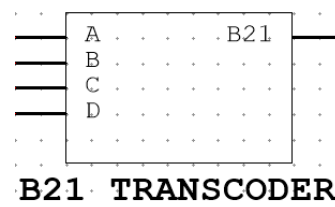
Tabela 6: Tabela Karnaugh dla bitu B21

DC\BA	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	0	0
11	1	1	1	1
10	0	0	1	1

$$B_{21} = DC + BD$$



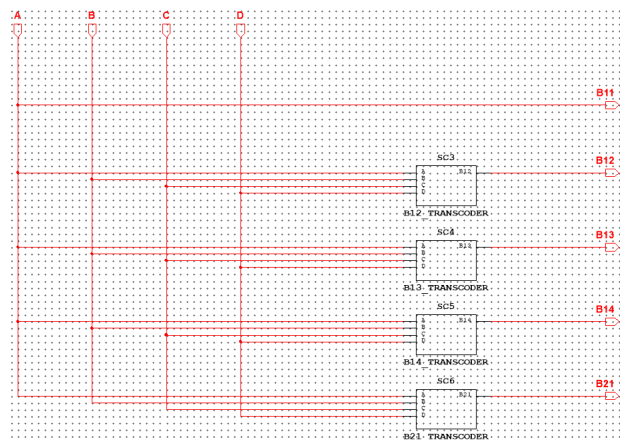
(a) Schemat transkodera



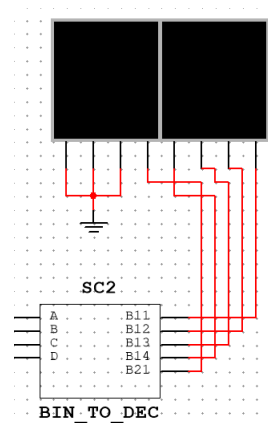
(b) Podukład

Rysunek 9: Transkoder dla bitu B21

Pełny układ

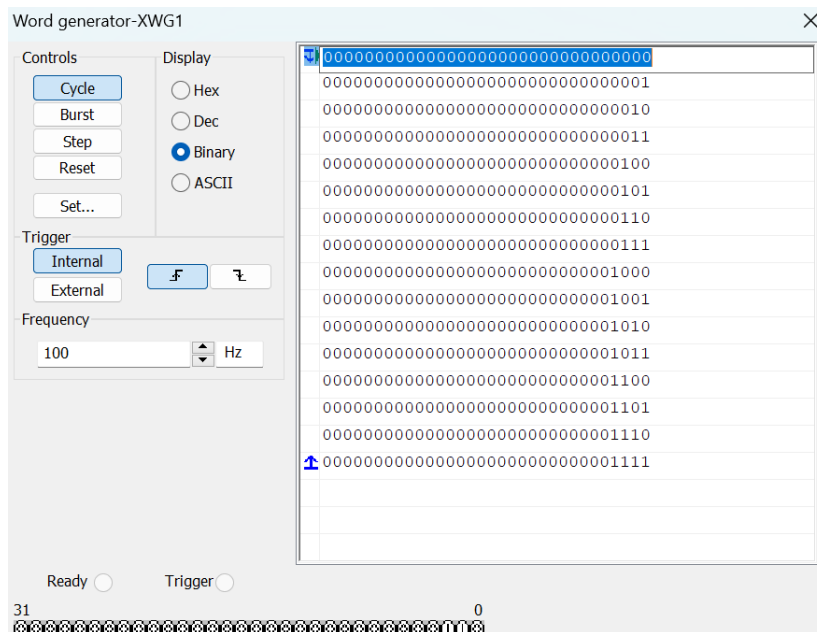


(a) Schemat transkodera



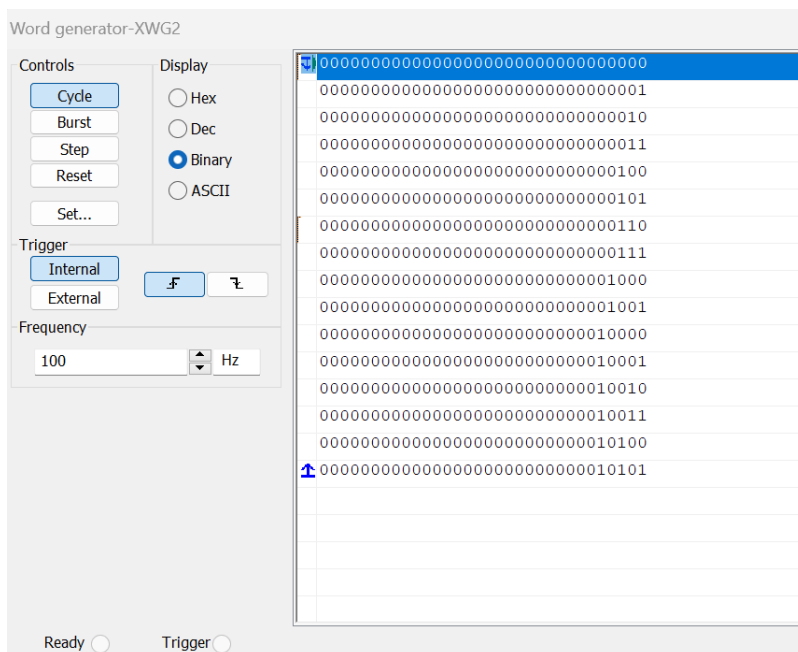
(b) Podukład podłączony do wyświetlaczy

Rysunek 10: Transkoder liczby binarnej na dziesiętną

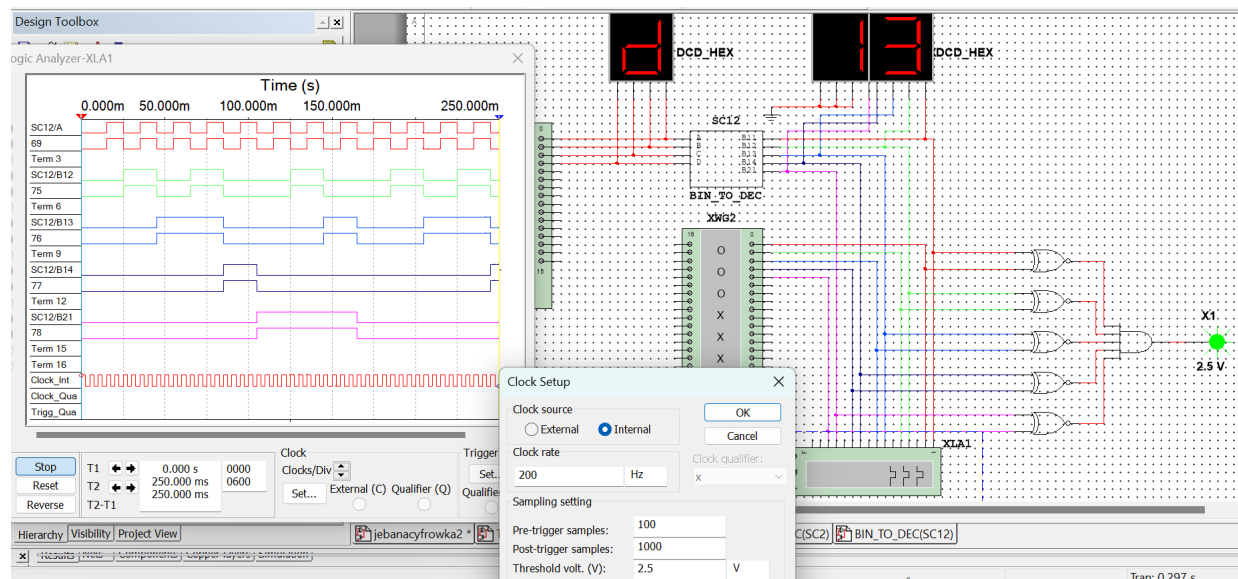


Rysunek 13: Generator liczb od 0 do 15 włącznie w systemie binarnym

W poniższym generatorze są ustawione oczekiwane wyniki transkodowania liczb.



Rysunek 14: Generator poprawnych kodów liczb w systemie dziesiętnym



Rysunek 15: Analizator stanów logicznych w układzie testującym

Z powyższego analizatora widać, że wszystkie sygnały o jednakowych kolorach (za wyjątkiem rzecz jasna wewnętrznego sygnału zegarowego analizatora na dole) mają takie same wykresy.

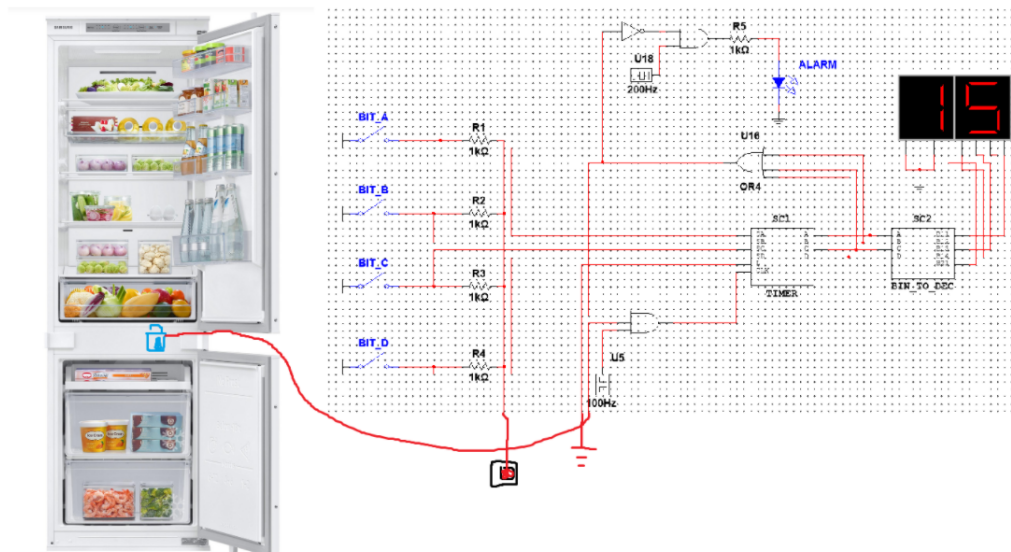
9 Wnioski

Co można było zrobić lepiej?

- Użyć licznika synchronicznego

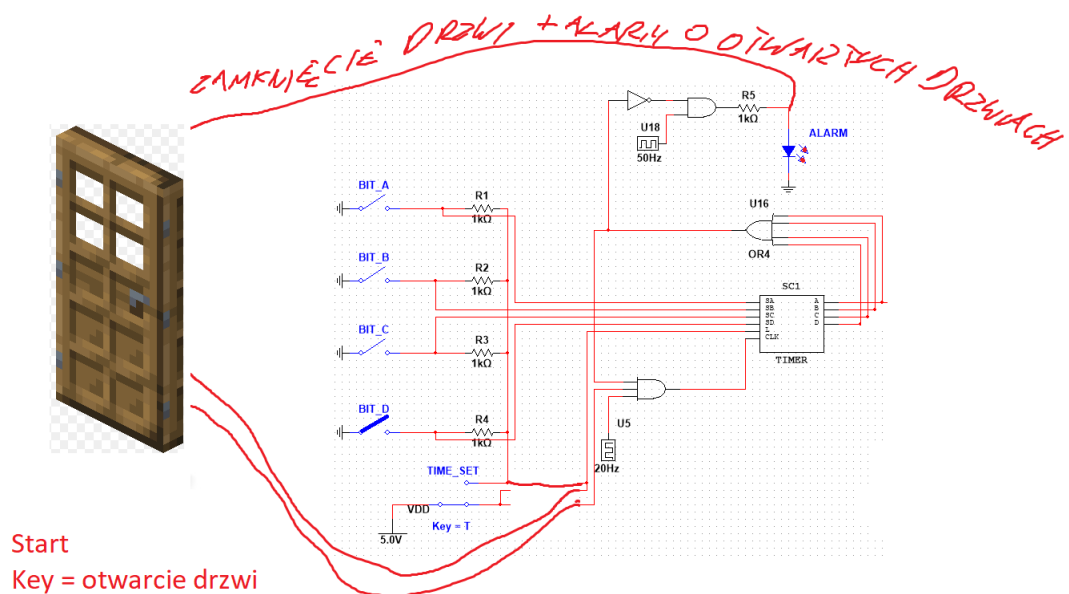
10 Zastosowania

- System informujący o długim czasie otwarcia lodówki



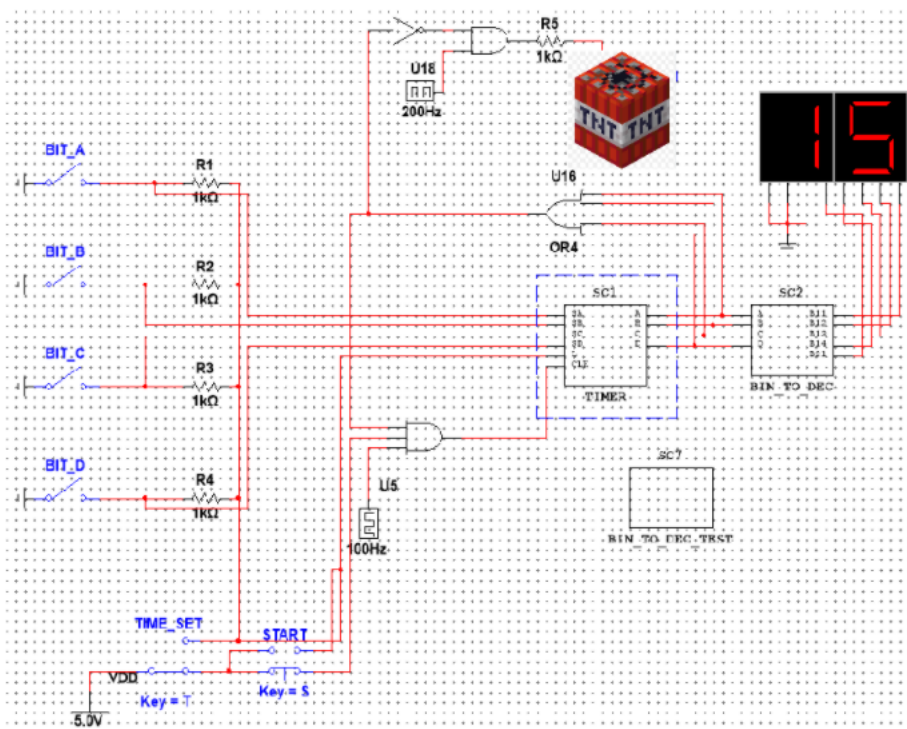
Rysunek 16: Zastosowanie układu do informacji o długim otwarciu lodówki

- System blokujący drzwi wejściowe do budynku po otwarciu ich przez mieszkańca za pomocą domofonu



Rysunek 17: System blokujący drzwi

- Odliczanie czasu do eksplozji bomby



Rysunek 18: Odliczanie do eksplozji bomby