| **Sprawozdanie z układów logicznych** | **Numer ćwiczenia:**  III |  |
| --- | --- | --- |
| **Imię i nazwisko – student 1:**  Piotr Bonar, 272720 | **Temat ćwiczenia:**  Hazard Statyczny i Dynamiczny |  |
| **Imię i nazwisko – student 2:**  Karolina Łukasik, 255703 |  |
| **Grupa laboratoryjna nr (u prowadzącego):**  K00-90f Maciej Walczyński | **Dzień tygodnia/godzina:**  Wtorek 17.05 |  |

1. **Kluczowe pojęcia:**

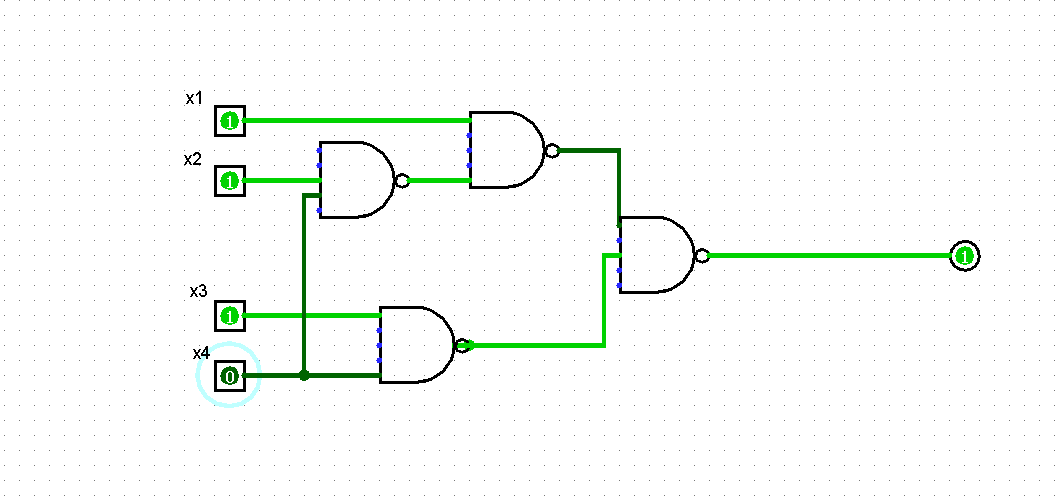
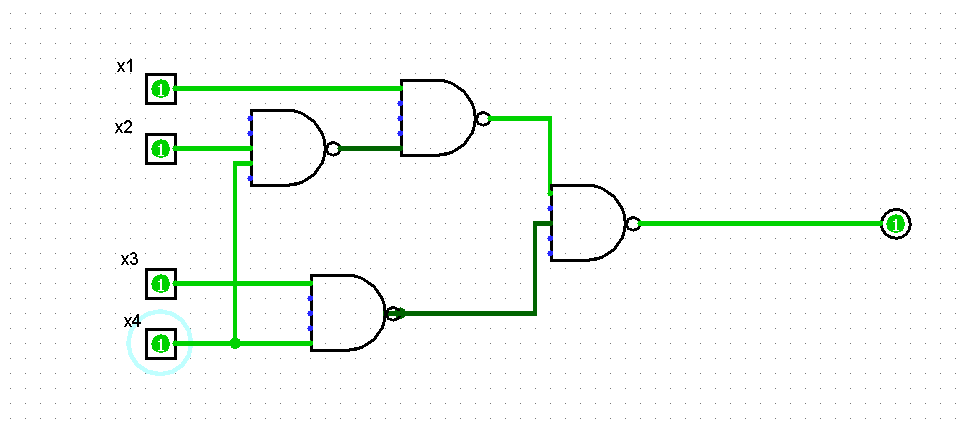
**Hazard** - w elektronice jest to niekorzystne zjawisko w układach cyfrowych, nazywane inaczej wyścigiem, które polega na pojawieniu się błędnych stanów na wyjściach tychże układów. Przyczyną jest niezerowy czas propagacji sygnałów, prowadzący do różnic w wartościach sygnału. Hazard może doprowadzić do chwilowego przekłamania pracy automatu lub do powstania trwałego błędu. Należy pamiętać, że hazard to jedynie możliwość wystąpienia błędnej pracy układu, z tego te powodu w niektórych podręcznikach spotyka się nazwę ryzyko.

**Hazard statyczny** - *chwilowa zmiana stanu wyjściowego układu występująca przy zmianie stanu jego wejścia wtedy, gdy wyjście powinno zostać niezmienione –* pojawia się wtedy, gdy sygnał wyjściowy zmienia się parzystą liczbę razy (np. 1→ 0 →1), powstał jako konsekwencja istnienia dwóch dróg z różnymi opóźnieniami tranzytowymi

**Hazard dynamiczny** - *kilkukrotna zmiana stanu wyjścia przy zmianie stanu wejścia wtedy, gdy wyjście to powinno zmieniać swój stan tylko jeden raz i w nim pozostać* - pojawia się wtedy, gdy sygnał wyjściowy zmienia się nieparzystą liczbę razy (>1) (np. 0 → 1→ 0 →1) , jest rozszerzeniem pojęcia hazardu statycznego dla istnienia co najmniej trzech dróg z różnymi opóźnieniami tranzytowymi, jego eliminacja jest o wiele trudniejsza od eliminacji hazardu statycznego, z tego powodu proponuje się projektowanie dwupoziomowych układów logicznych, w których eliminacja hazardu statycznego eliminuje hazard dynamiczny.

Podczas konstruowania układu z występowaniem zjawiska hazardu będziemy posługiwali się pojęciem odpowiadającym czasowi opóźnienia wprowadzonego przez rozważany element układu. Jest to czas, który upłynie od chwili spełnienia warunków pobudzenia elementu przez sygnał wejściowy do chwili otrzymania reakcji na pobudzenie.

1. **Przykład układu kombinacyjnego z hazardem statycznym.**

****

W powyższym układzie przy zmianie wartości x4 z 1 na 0 dochodzi do omawianego przez nas zjawiska hazardu statycznego. Związane jest to z faktem iż czas reakcji każdej z bramek na zmianę sygnału wynosi >0. Dolna bramka NAND przetwarza zmianę sygnału z 0 na 1 w czasie po którym sygnał od razu dociera do kolejnej bramki NAND. Sygnał ten dociera szybciej niż drugi, “górny”, który musiał pokonać dwie górne bramki NAND, co zajęło mu czas około 2. W tym krótkim momencie ostatnia bramka NAND dostaje na wejściu dwa sygnały o wartości 1, co jest źródłem hazardu statycznego. Po krótkim czasie, około , drugi sygnał dociera do ostatniej bramki NAND i na wyjściu dostajemy tą samą wartość, co przed zmianą wartości zmiennej x4. W kolejnym podpunkcie zastanowimy się, w jaki sposób wykryć zaistniały hazard.

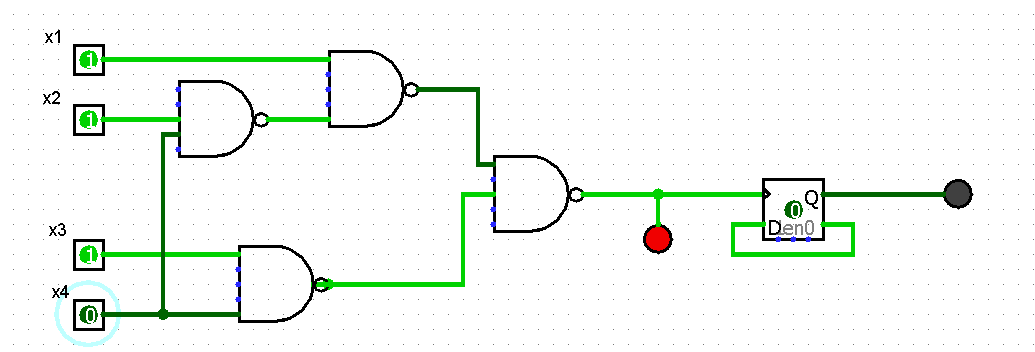
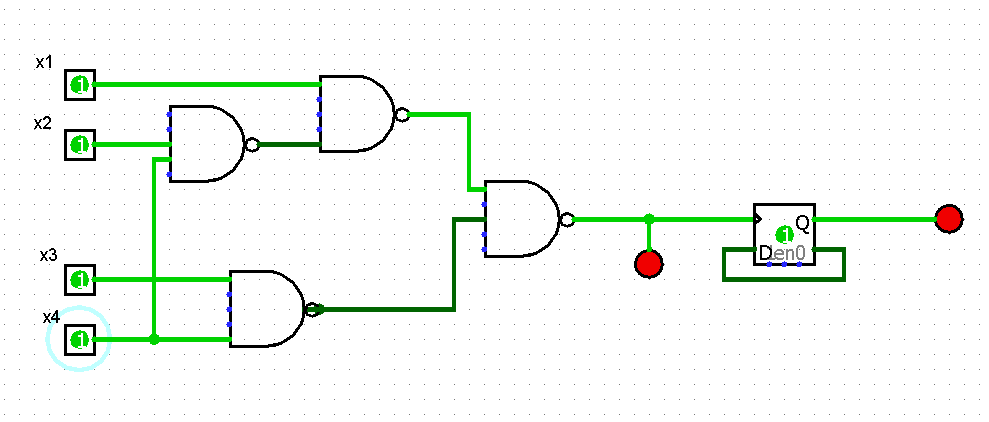
1. **Wykrywanie hazardu.**

***Oscyloskop:***

* *przyrząd* [*elektroniczny*](https://pl.wikipedia.org/wiki/Elektronika) *służący do obserwowania, obrazowania napięcia w zależności od czasu i badania zależności pomiędzy dwiema wielkościami elektrycznymi, bądź innymi* [*wielkościami fizycznymi*](https://pl.wikipedia.org/wiki/Wielko%C5%9B%C4%87_fizyczna) *reprezentowanymi w postaci elektrycznej.*
* *przyrząd pomiarowy służący do wizualnego przedstawiania jednego lub kilku napięć w funkcji czasu oraz przedstawienia na ekranie. Graficznie mają one formę wykresu przebiegu w dwuwymiarowym układzie współrzędnych.*

Niestety ze względu na fakt, iż nie dysponujemy oscyloskopem (co więcej przeprowadzamy symulacje komputerowo), musimy stworzyć alternatywny sposób sprawdzania, czy hazard istnieje. Skorzystamy z tzw. pamięci, która uchwyci ten krótki moment zmiany wartości na wyjściu która powinna pozostać niezmieniona.

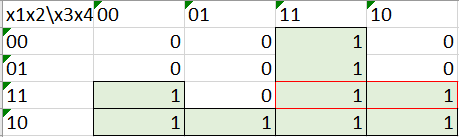
Możemy również dołączyć lampki LED i zaobserwować ich miganie



1. **Eliminacja hazardu**

Zjawisko hazardu obserwowalne jest również w tablicy Karnaugha i oznacza miejsce gdzie przylegające do siebie jedynki nie są ograniczone jednym prostokątem oznaczającym jeden z iloczynów w funkcji minimalizującej nasz układ. By wytłumaczyć jak wyeliminować hazard musimy najpierw sprowadzić funkcję realizującą nasz układ do postaci minimalnej:

Następnie tworzymy tablicę Karnaugha i obramowujemy jedynki pochodzące od każdego z trzech iloczynów.

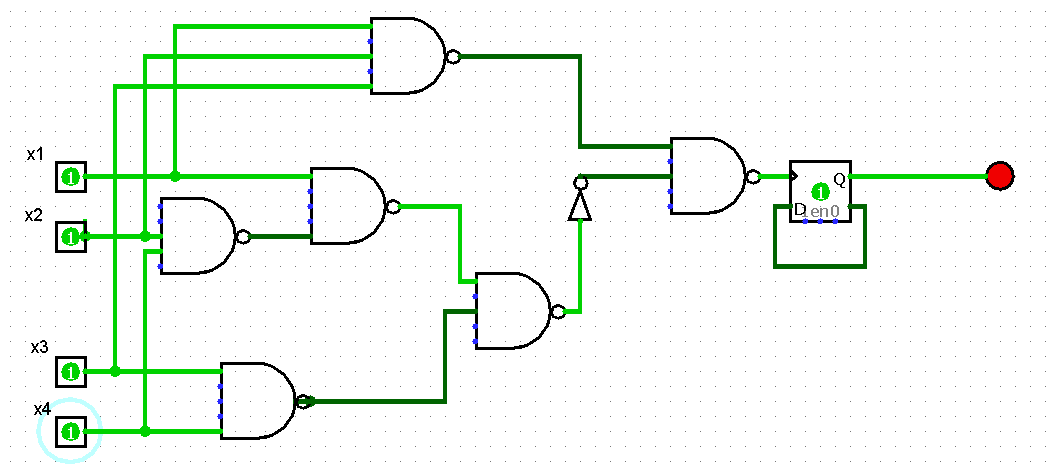
******

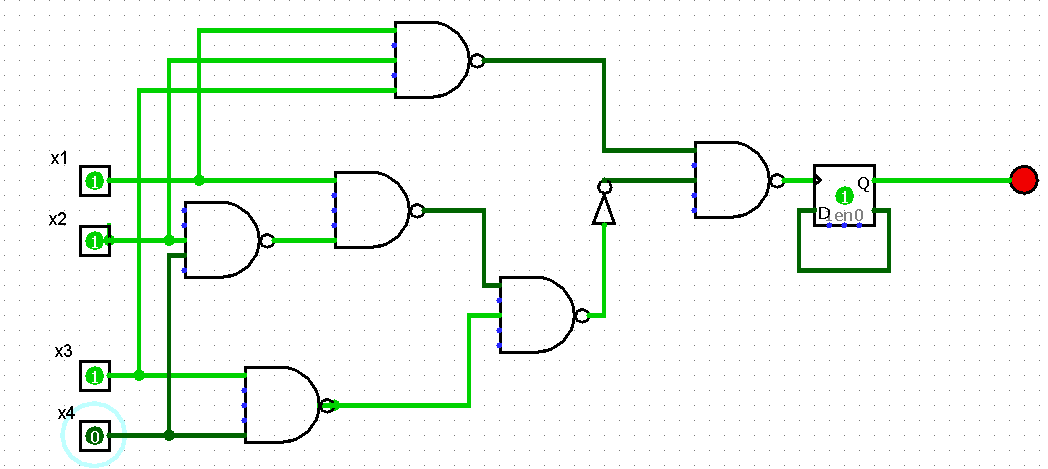
Miejscem, w którym pojawia się hazard jest zmiana kombinacji wartości zmiennych z 1111 na 1110. Widać, że jedynki odpowiadające wartości funkcji dla tych kombinacji zmiennych nie są połączone żadnym z iloczynów. By wyeliminować hazard wystarczy, że zwiążemy ze sobą te wartości, dodając iloczyn do zminimalizowanej formy naszej funkcji (na tablicy oznaczone czerwonym prostokątem). Jednocześnie nie zmienimy wartości logicznej naszej funkcji dla żadnej kombinacji wartości zmiennych. W naszym układzie logicznym posługujemy się jednak tylko bramkami NAND oraz NOT, więc alternatywny iloczyn dodamy do układu po wymaganych przekształceniach logicznych funkcji.

.

Układ logiczny z wyeliminowanym hazardem realizujący funkcję przedstawiają dwie ilustracje na kolejnej stronie.

1. **Układ logiczny z wyeliminowanym hazardem**

******

******