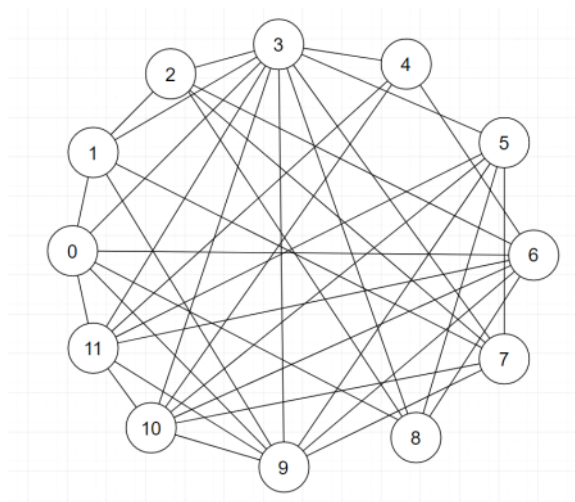


## Część analityczna

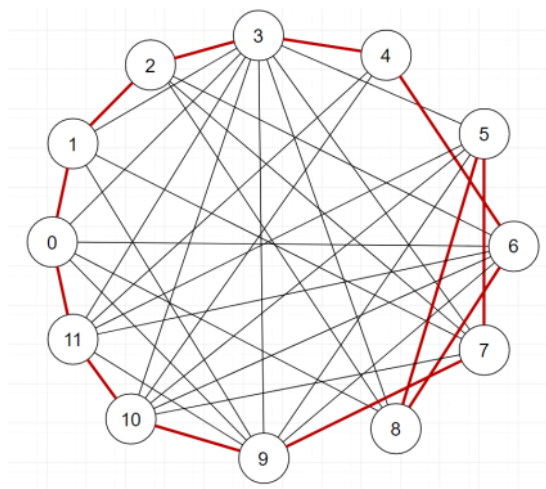
### Zadanie 1 - szkic grafu



### Zadanie 2 - macierz incydencji

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	
0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1
11	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	

### Zadanie 3 - Hamiltonowskość



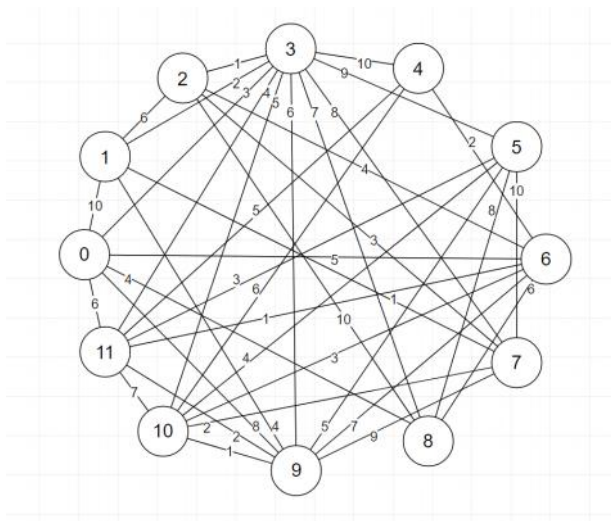
Graf zawiera cykl hamiltonowski (0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 - 11 - 0) zatem **jest hamiltonowski**.

### Zadanie 4 - Eulerowskość

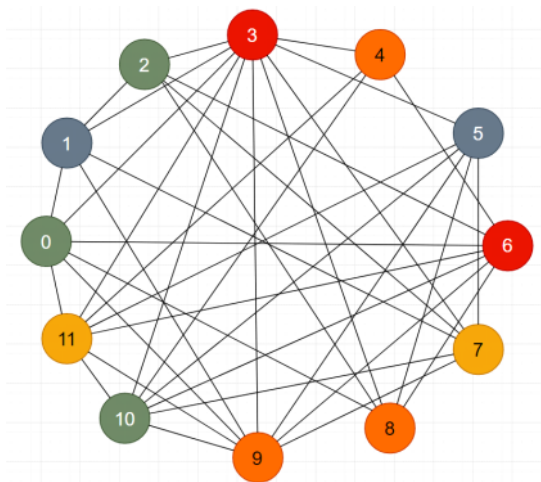
Ponieważ wierzchołki 1, 2, 6, 8, 10, 11 mają stopień nieparzysty, ich ilość jest większa niż 2, a jest to graf nieskierowany to nie istnieje cykl, ani ścieżka Eulera. Zatem graf **nie jest Eulerowski** i **nie jest pół-Eulerowski**.

### Zadanie 5 - Kolorowanie

- a) Kolorowanie krawędziowe  
Liczby naturalne symbolizują kolory.



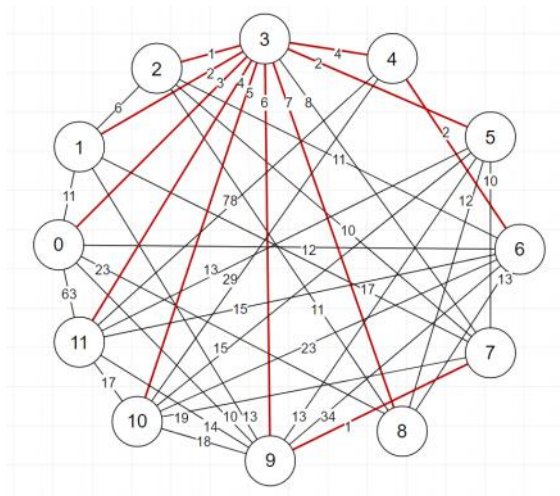
b) Kolorowanie wierzchołkowe



Zadanie 6

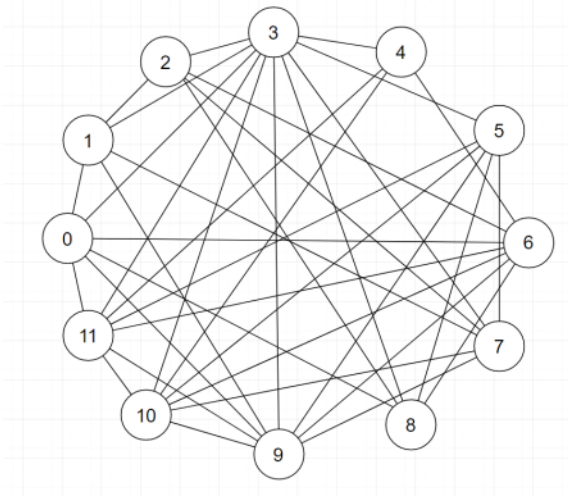
- a) Liczba chromatyczna to 5
- b) Indeks chromatyczny to 10

Zadanie 7 - minimalne drzewo rozpinające dla losowo dobranych wag



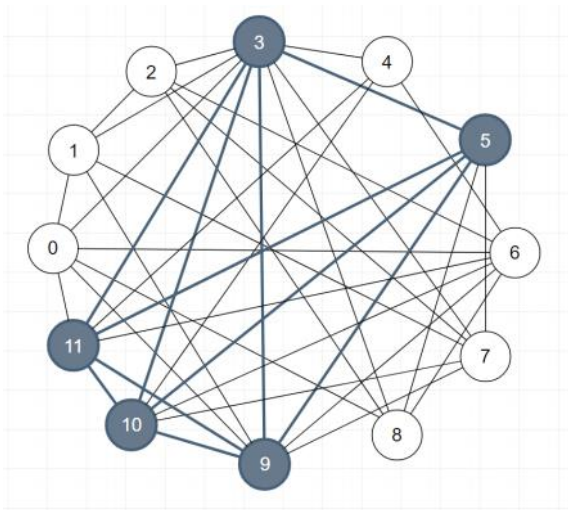
Zadanie 8 - Planarność

Rysunek tego grafu nie jest planarny, ponieważ posiada krawędzie, które się przecinają.

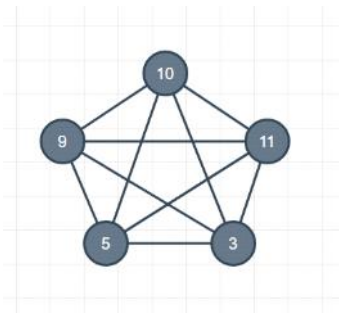


Nie da się go również przedstawić jako planarny.

a) wybieram podgraf



b) podgraf ten jest homomorficzny z grafem  $K_5$ , zatem na podstawie Twierdzenia Kuratowskiego stwierdzam, że graf nie może być przedstawiony jako planarny.



## Część programistyczna

### 1. Analiza algorytmu Bellmana-Forda

Algorytm ten wykorzystywany jest do wyszukiwania najkrótszych ścieżek w grafie ważonym. Ścieżki wyszukiwane są od wierzchołka źródłowego do każdego z pozostałych wierzchołków. Działa poprawnie zarówno z wagami dodatnimi jak i ujemnymi (z założeniem, że nie może wystąpić cykl o łącznej ujemnej wadze, osiągalny ze źródła). Algorytm ten bazuje na metodzie relaksacji, czyli sprawdzeniu czy po przejściu daną krawędzią grafu nie otrzymamy ścieżki krótszej niż dotychczasowa.

Algorytm Bellmana-Forda znalazł swoje zastosowanie w algorytmach trasowania wektora odległości decydujących jaką drogą przesłać dane przez sieć. Wagi poszczególnych krawędzi określone są na podstawie ilości ruterów przez które dana ścieżka musi przejść aby osiągnąć cel. Konkretnym przykładem implementującym ten algorytm jest protokół **RIP** - protokół bram wewnętrznych wyznaczający najlepszą trasę do celu, używany w systemach autonomicznych korzystających z protokołu IP.

Obecnie do znajdowania najkrótszej ścieżki w sieciach mediów społecznościowych, sieciach komunikacyjnych, silnikach wyszukiwarek, podczas analizy biologicznych sieci, jak również w projektowaniu VLSI (Very large-scale integration) używa się algorytmów: Dijkstry, algorytmu Delta stepping, ale także algorytmu Bellmana-Forda, który w celu zwiększenia wydajności jest zazwyczaj zrównoleglony np. poprzez zastosowanie CUDA (wielordzeniowa architektura procesorów opracowana przez NVIDIA) na graficznej jednostce GPU.