

Przygotowanie z ARSTE do zadań A(1-4) i B(1-4)

A1. Jaka ilość danych generuje w przeciągu 10-sekundowej rozmowy telefonicznej kodek mowy, który przynosi dźwięki o częstotliwości do 3kHz, stosuje 256 poziomów kwantyzacji oraz przynosi próbki zerowe, których jest 20%.

Żeby podejść do tego zadania należy zapoznać się z dwoma fundamentalnymi twierdzeniami:

- Twierdzenie Kotelnikowa-Nyquista-Shannona-Whittakera (KNSW) - Jeżeli oryginalny sygnał informacyjny jest sygnałem o ograniczonym widmie tzn. od pewnej częstotliwości f_g zwanej częstotliwością graniczną jego widmo amplitudowe wynosi 0 to przy przyjęciu częstotliwości sygnału próbkującego $f_p \geq 2 * f_g$ możliwe będzie całkowicie wierne odtworzenie tego sygnału w odbiorniku.
- (1)
- Wzór na prędkość bitową - $R_b = f_p * \log_2 V$, gdzie R_b - prędkość bitowa; f_p - częstotliwość próbkowania; V - liczba poziomów kwantyzacji
- (2)

Po zapoznaniu się z powyższymi wiadomościami, można przystąpić do rozwiązywania zadania.

Pierwszym etapem jest określenie częstotliwości próbkowania, którą podstawimy do wzoru

(2). W zadanym przypadku $f_p = 6 * 10^3 \text{ Hz}$

Kolejny etap to określenie wartości wyrażenia $\log_2 V$, gdzie w zadanym przypadku będzie to wynosiło $\log_2 256 = 8$.

Następnie obliczamy prędkość bitową - $R_b = 6 * 10^3 [\text{Hz}] * \log_2 256 [b] = 48 \left[\frac{kb}{s} \right]$. Wiemy już, że w zadanym przypadku prędkość danych wynosi $48 * 10^3 \left[\frac{b}{s} \right]$.

Wiemy również, że transmisja trwa przez 10 sekund. Zatem ilość danych, jaką prześlemy będzie wyrażała się wzorem $D = 10 [s] * 48 * 10^3 \left[\frac{b}{s} \right] = 480 * 10^3 [b]$.

W zadaniu napisano, że próbki zerowe są przesyłane. Nie mnożymy wyniku razy 0.8

JEŻELI JEDNAK JEST NAPISANE „ORAZ NIE PRZENOŚI PRÓBEK ZEROWYCH”, WYNIK NALEŻY POMNIEJSZYĆ O PROCENT PRÓBEK!

A2. Adres sieciowy hosta zajmuje 2B, a numer portu punktu komunikacyjnego 2 bity. Jaka część pakietu przesyłającego zakodowane próbki 1ms mowy (częstotliwości do 2kHz, 512 poziomy kodowania) stanowi nagłówek pakietu?

W powyższym zadaniu, autor zakłada, że nagłówek pakietu składa się z: adresu i portu źródłowego oraz adresu i portu docelowego. Zatem, można przyjąć następującą konwencję:

AS	P	AS	P	
Adres docelowy		Adres źródłowy		DANE

Zatem, adres docelowy ma długość $16b + 2b = 18b$, a adres źródłowy ma długość $16b + 2b = 18b$. Sumarycznie, cały nagłówek ma długość $18b + 18b = 36b$.

Znamy już długość pakietu. Należy określić wielkość pola danych.

Korzystamy z twierdzenia (1) i obliczamy częstotliwość próbkowania: $f_p = 2 * 2\text{kHz} = 4 * 10^3 \text{ Hz}$. Pasma, które wstawiamy do wzoru (2) wynosi $B = 4 * 10^3 \text{ Hz}$. Zatem, zgodnie ze wzorem (2), przepustowość binarna wynosi $R_b = 4 * 10^3 [\text{Hz}] * \log_2 512 [b] = 36 \left[\frac{kb}{s} \right]$. 1 ms

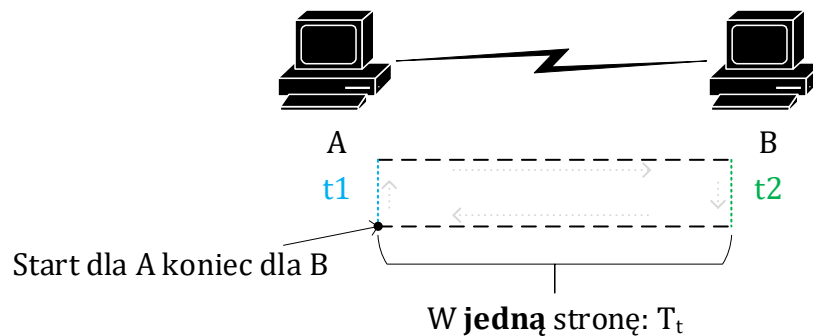
próbki mowy ma długość $D = 1 * 10^{-3} [s] * 36 * 10^3 \left[\frac{b}{s} \right] = 36 [b]$

W związku z powyższym, całkowita długość pakietu wynosi $36b + 36b = 72b$

Zatem, część nagłówka stanowi $\frac{36b}{36b+36b} = 50\%$ całego pakietu.

A3. Jaka jest w przybliżeniu maksymalna dopuszczalna długość pola danych pakietu przenoszącego cyfrowy sygnał mowy (częstotliwości do 2kHz, 16 poziomów) pomiędzy aplikacjami komunikacyjnymi użytkowników odległych o 1400km, jeżeli wykorzystywana jest transmisja światłowodowa, sumaryczny czas transmisji jest 2-krotnie większy od czasu propagacji sygnału, a maksymalne opóźnienie echa nie może przekraczać 90ms?

Pierwszym etapem w tym zadaniu jest określenie prędkości rozchodzenia się fali EM w światłowodzie. Prędkość ta zależy od bardzo wielu czynników (min. efektywnego współczynnika załamania), ale na tym etapie przyjmuje się, że w światłowodzie fala rozchodzi się 1.5 razy wolniej niż w próżni. Zatem przyjmujemy, że $V_{fiber} = 2 * 10^8 [\frac{m}{s}]$.



Znamy już prędkość światła. Określmy teraz, z jakim czasem światło będzie się propagowało z punktu A do punktu B:

$$t_{|AB|} = \frac{14 * 10^5 m}{2 * 10^8 \frac{m}{s}} = 7 ms$$

Z treści zadania można odczytać, że czas transmisji jest dwa razy większy niż czas propagacji:

$$T_t = 2 * t_{|AB|} = 2 * 7 ms = 14 ms$$

Należy zwrócić uwagę, że czas transmisji jest czasem, w którym światło pokonuje drogę w jedną stronę z punktu A do punktu B.

Kolejnym etapem jest określenie prędkości bitowej sygnału, zgodnie ze wzorem (2):

$$R_b = 4 * 10^3 Hz * \log_2 16 b = 16 \frac{kb}{s}$$

W zadaniu korzystamy z konwencji jednostek czasowych podawanych w milisekundach. Zatem warto wiedzieć, ile bitów można przesłać w ciągu jednej milisekundy:

$$R_{bms} = 16 \frac{b}{ms}$$

Znając powyższe wartości, można przejść do końcowego etapu zadania. Należy na początku zapoznać się z definicją opóźnienia echa. Zgodnie z regułami przyjętymi przez autora zadań, opóźnienie echa jest to suma następujących czasów: $t_{d_{echa}} = 2 * T_t + t1 + t2$. Dla uproszczenia przyjmuje się, że $t1 = t2$, zatem można zapisać, że $t_{d_{echa}} = 2 * (T_t + t1)$.

Wiemy również, że wartość opóźnienia echa nie może przekraczać 90 ms. Zatem, założymy skrajny przypadek, gdy $t_{d_{echa}} = 90 ms$. Zatem rozwiążmy proste równanie z jedną niewiadomą:

$$\begin{aligned} 90 ms &= 2 * (T_t + t1) \\ 90 ms &= 2 * (14 ms + t1) \\ 90 ms &= 28 ms + 2 * t1 \\ 62 ms &= 2 * t1 \end{aligned}$$

$$t1 = t2 = 31 ms$$

Znamy już czas t_1 , przez który może nadawać jedno z urządzeń (np. A lub B). Kończącym etapem, jest obliczenie, ile danych zostanie przesłane w ciągu 31 ms:

$$D_t = 31 \text{ ms} * R_{bms} = 31 \text{ ms} * 16 \frac{b}{\text{ms}} = 496 \text{ b} = 62 \text{ B}$$

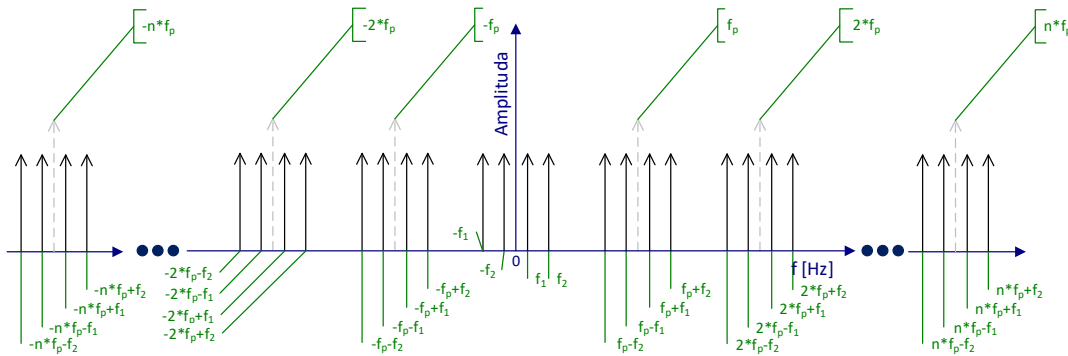
A4. Sygnał składający się z częstotliwości 18kHz i 4kHz jest próbkowany co 10us. Ile różnych częstotliwości pojawi się w widmie spróbkowanego sygnału w zakresie do 125kHz?

Zanim rozpoczniemy rozwiązywanie tego zadania, należy zaznajomić się z podstawowym wzorem opisującym dyskretne widmo sygnałów spróbkowanych

(3)
$$f_{i+n} = n * f_p \pm f_i$$

gdzie $c \in \mathbb{Z}$, f_p częstotliwością próbkowania, f_i i-tą częstotliwością sygnału, którego próbkujemy.

Widmo owego sygnału wygląda następująco:



Dualnie wygląda ono dla innej liczby częstotliwości f_i .

Z treści zadania należy wypisać dane:

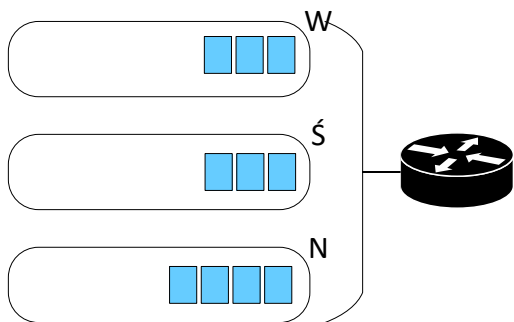
$$\begin{aligned} f_1 &= 4 \text{ kHz} \\ f_2 &= 18 \text{ kHz} \\ t_p &= 10 \mu\text{s} \\ f_p &= 100 \text{ kHz} \\ f_g &= 125 \text{ kHz} \end{aligned}$$

Ze wzoru (3) wypisujemy wszystkie częstotliwości w zakresie od 0 do 125 kHz:

$$\begin{aligned} f_1 &= 4 \text{ kHz} \\ f_2 &= 18 \text{ kHz} \\ f_3 &= 100 \text{ kHz} - 18 \text{ kHz} = 82 \text{ kHz} \\ f_4 &= 100 \text{ kHz} - 4 \text{ kHz} = 96 \text{ kHz} \\ f_5 &= 100 \text{ kHz} + 4 \text{ kHz} = 104 \text{ kHz} \\ f_6 &= 100 \text{ kHz} + 18 \text{ kHz} = 118 \text{ kHz} \end{aligned}$$

B1. Router obsługuje pakiety o wysokim priorytecie i wielkości 4800b, średnim priorytecie i wielkości 1600b i niskim priorytecie i wielkości 4800b. Po jakim czasie zostanie wysłany przychodzący pakiet (jego ostatni bit) o średnim priorytecie, jeżeli w buforach łącza wyjściowego o szybkości 200kB/s routera czeka już 3 pakiety o wysokim priorytecie, 3 pakiety o średnim oraz 4 pakiety o niskim, a pakiety o najwyższym przychodzą średnio co 5ms, średnim co 4ms, a niskim co 9ms. W przypadku wyścigów w pierw rozpatrujemy pakiet nadchodzący.

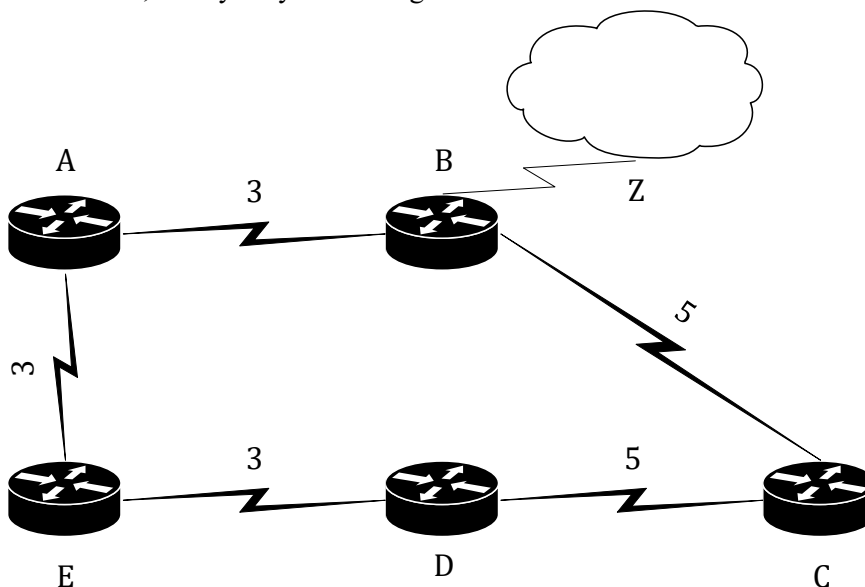
Powyższe zadanie najlepiej jest rozwiązać metodą graficzną. Stwórzmy dwa rysunki, jeden będzie buforem routera, drugi będzie linią czasową:



B2. Koszt samokierującego pola komutacyjnego routera, składającego się z komutatorów 2x2 i liczącego 2 sekcje, wynosi X. Jaki w przybliżeniu będzie za 54-60 miesięcy koszt pola, którego liczba portów wejściowych jest 4 razy większa:
W tym zadaniu, należy wiedzie

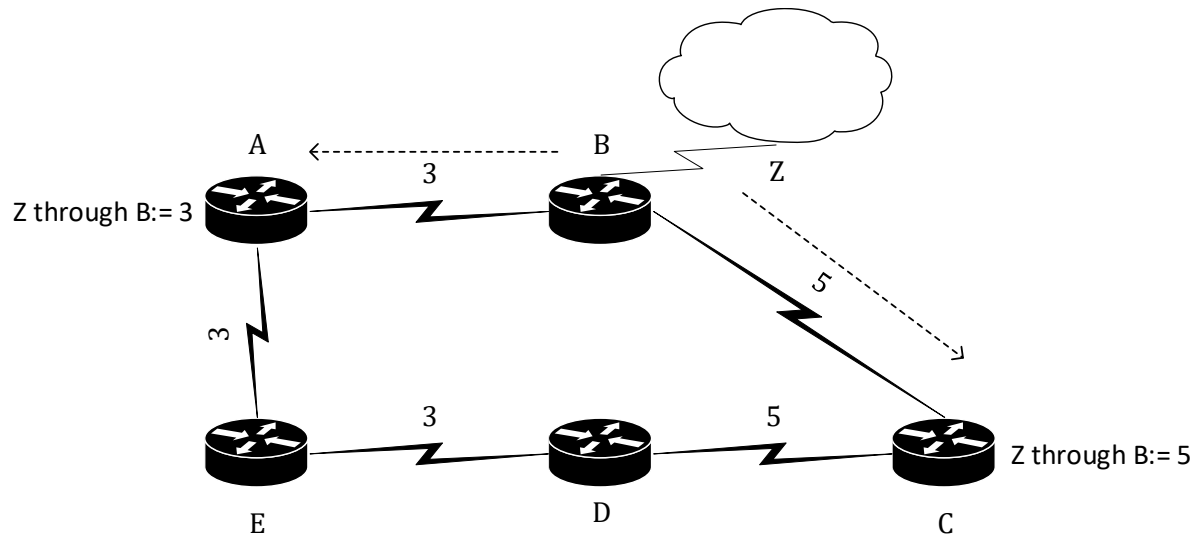
światłowodzie

B3. Routery A, B, C, D, E są połączone łączami o wagach $AB=3$, $AE=3$, $BC=5$, $CD=5$, $DE=3$. Administrator ustawia routerowi B obsługiwany adres Z. Ile zostanie rozesłanych wiadomości o drogach kierowania, zakładając, że propagacja wiadomości jest błyskawiczna, router rozsyła paczki wiadomości jednocześnie oraz sterowanie routera A jest istotnie szybsze niż B, B niż C, itd.:
Przystępując do zadania, należy narysować diagram sieci:



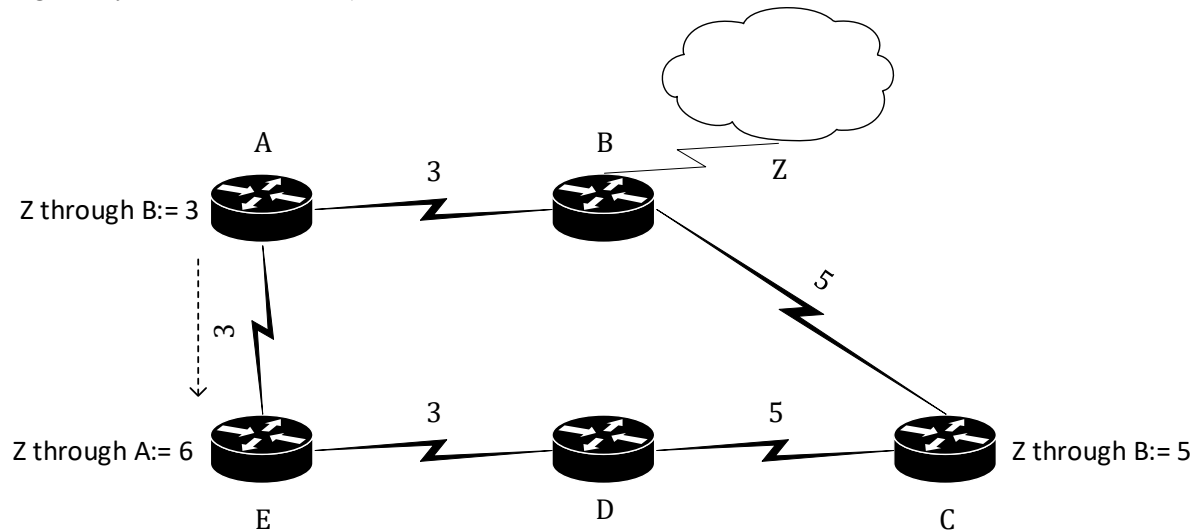
1. W pierwszej iteracji, router B wyśle do swoich sąsiadów wiadomość: „Wiadomości do Z obsługuję ja. Waga połączenia do Z = 0”. Wiadomości zostaną wysłane do C i A.

Diagram sieci z tablicami routingu:



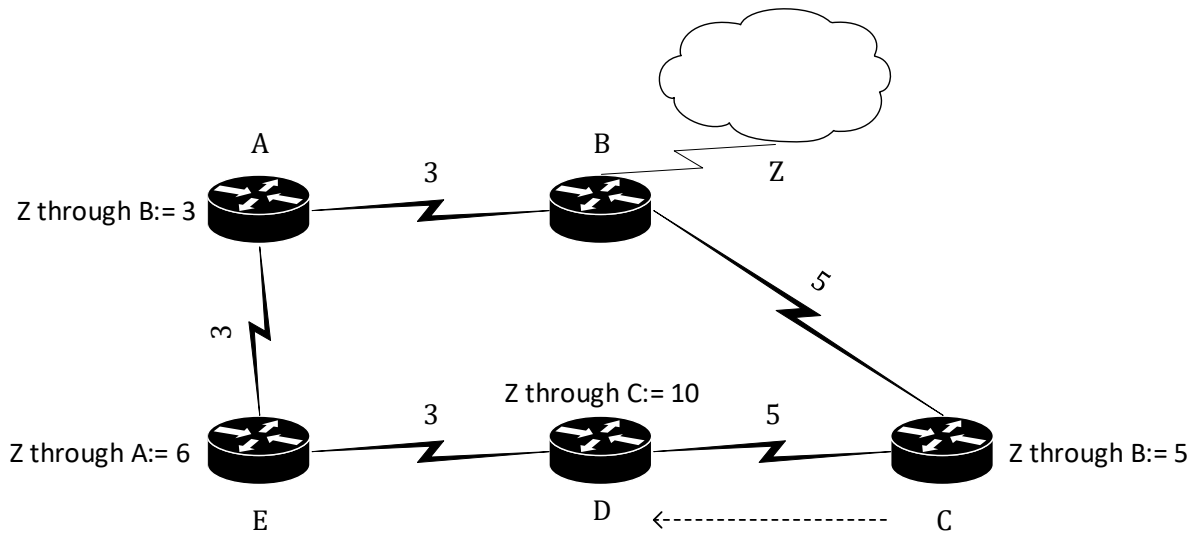
Sumaryczna liczba wysłanych wiadomości: 2

2. Dalej, po rozesłaniu zadziała router A: „Wiadomość do Z obsługuję ja. Waga połączenia do Z = 3”. Wiadomości zostaną wysłane do E (do B nie wysyłam, bo od niego otrzymałem wiadomość).



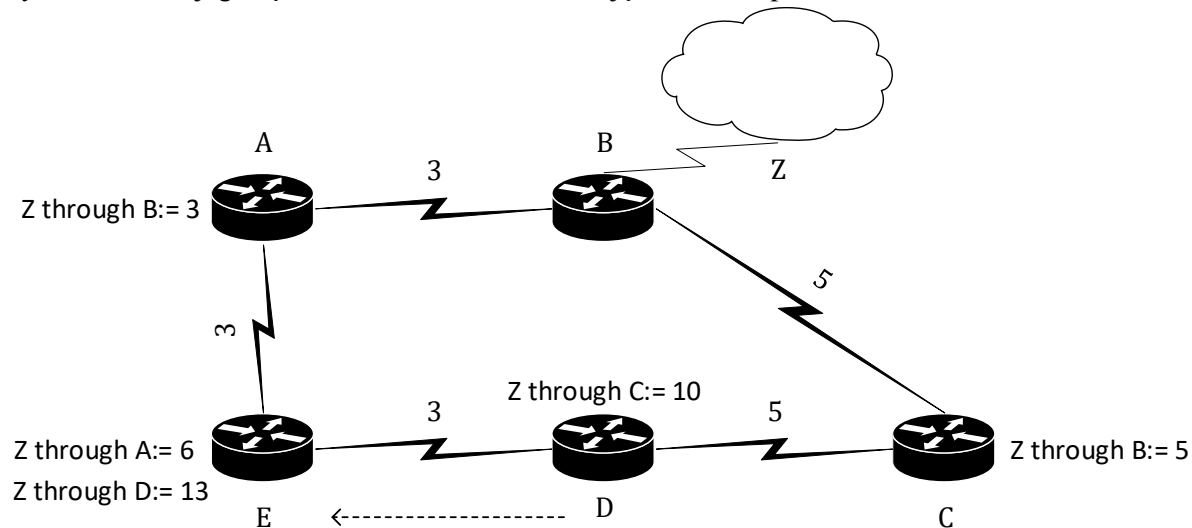
Sumaryczna liczba wysłanych wiadomości: 3

3. Wiadomo, że zadziałał router A. Kolejnym w kolejce jest router B. On akurat nie zadziała, ponieważ nie ma niczego do zaktualizowania. Kolejny jest router C. Wyśle on informację do swojego sąsiada D („Wiadomość do Z obsługuję ja. Waga połączenia do Z = 10”).



Sumaryczna liczby wysłanych wiadomości: 4

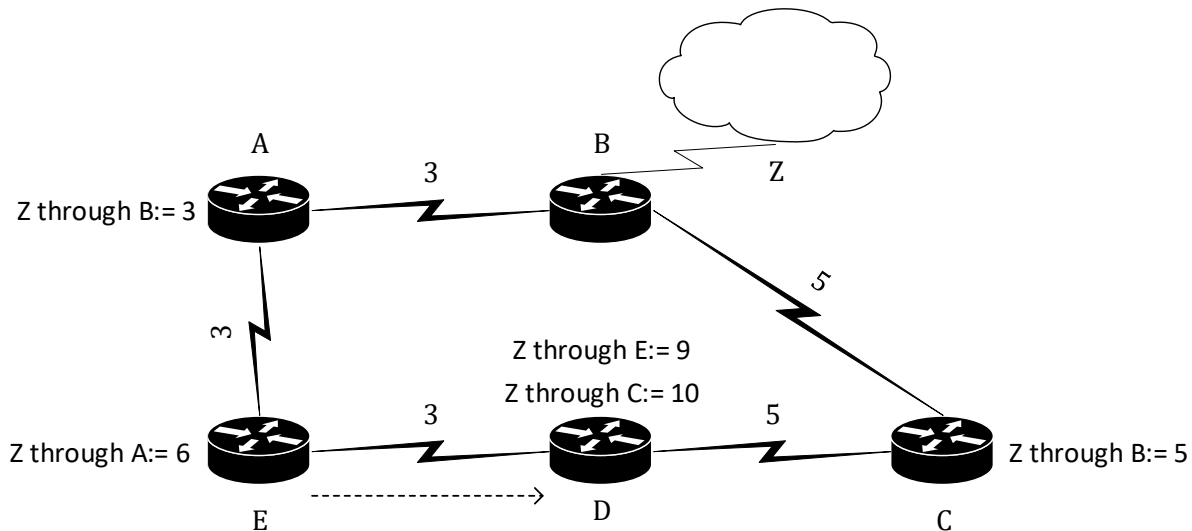
- Wiemy, że kolejnym routerem, którego tablica routingu się zmieniła, jest router D. Wyśle on do swojego sąsiada – routera E – informację o trasie do podsieci Z.



Uwaga! Zauważmy, że w routerze E pojawiły się informacje o dwóch możliwych trasach. W tym zadaniu, należy zawsze odrzucać tę, która ma większy koszt. W naszym przypadku. Router E zachowa trasę do sieci Z przez router A, odrzuci tę przez router D.

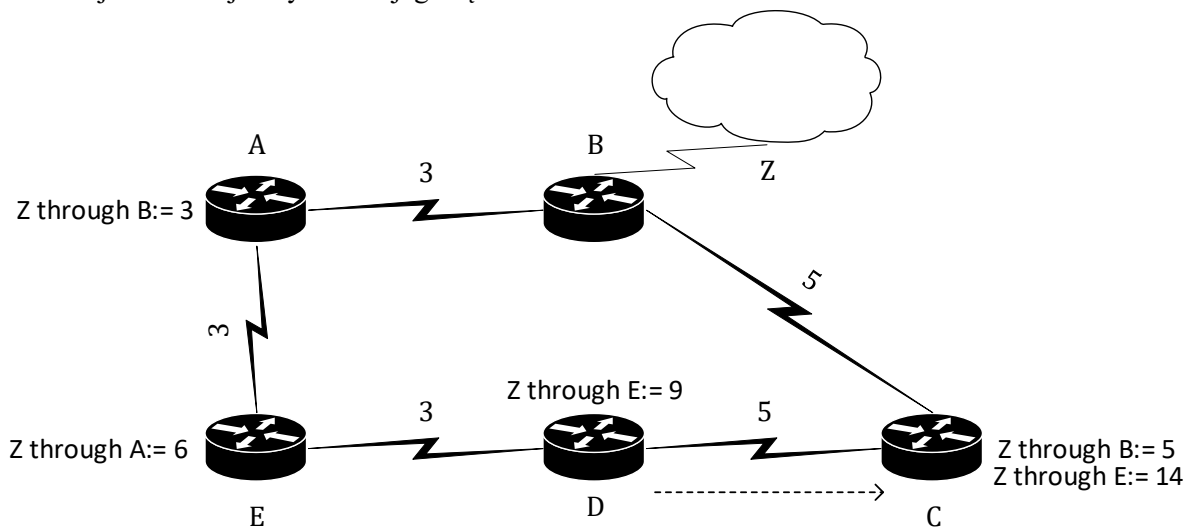
Sumaryczna liczby wysłanych wiadomości: 5

- Router E nie działał jeszcze w sieci. Zatem, to jest teraz jego kolej. W związku z tym, że informację o podsieci Z dostał od routera A, to nie wyśle do niego informacji. Zatem. Router E, wyśle do routera D informację o lepszej trasie do Z:



Jak widzimy, w tym przypadku, router D ma dwa wpisy dotyczące trasy do podsieci Z. W związku z tym, tablica routingu routera D zostanie zaktualizowana, zaś trasa do podsieci Z zmieniona na tę przez router E.
Sumaryczna liczba wysłanych wiadomości: 6

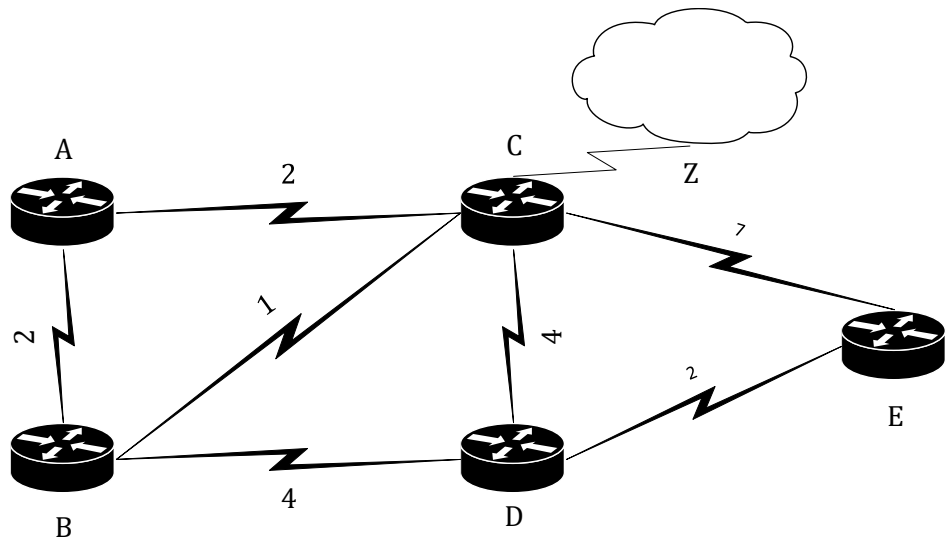
- W związku z faktem, że została zaktualizowana tablica routingu routera D, wyśle on informacje nt. nowej trasy do swojego sąsiada – routera C.



Sumaryczna liczba wysłanych wiadomości: 7

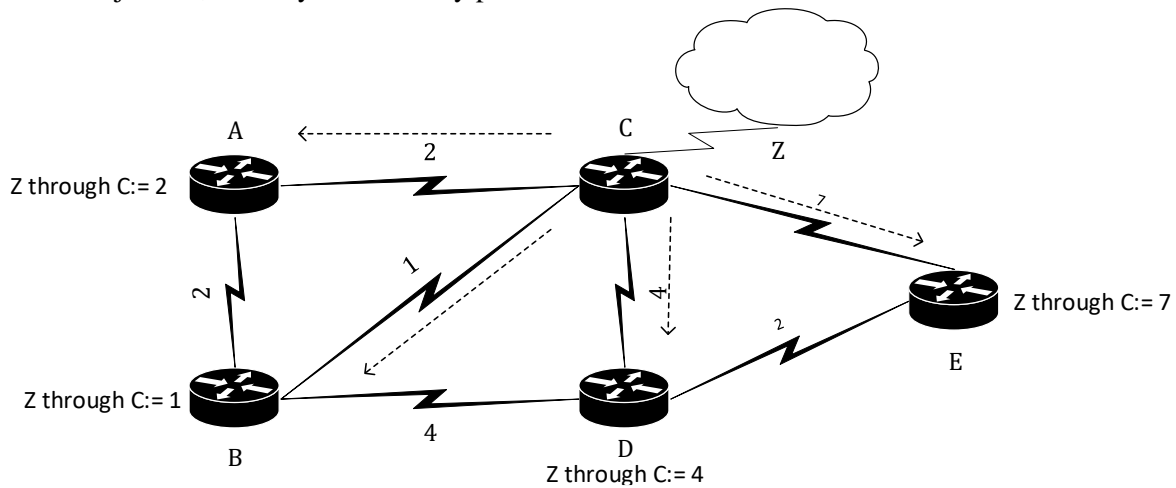
Router C nie wysyła informacji, ponieważ nie zaktualizowana została trasa do sieci Z.

- B4. Routery A, B, C, D, E są połączone łączami o wagach $AB=2$, $AC=2$, $BC=1$, $BD=4$, $CD=4$, $CE=7$, $DE=2$. Administrator ustawia routerowi C obsługiwany adres Z. Ile będzie uaktualnień tablic kierowania pakietów, zakładając, że propagacja wiadomości jest błyskawiczna, router rozsyła paczki wiadomości jednocześnie oraz sterowanie routera A jest istotnie szybsze niż B, B niż C, itd. (pierwsza uaktualni się tablica w C):**
Narysujmy diagram rozpatrywanej sieci:



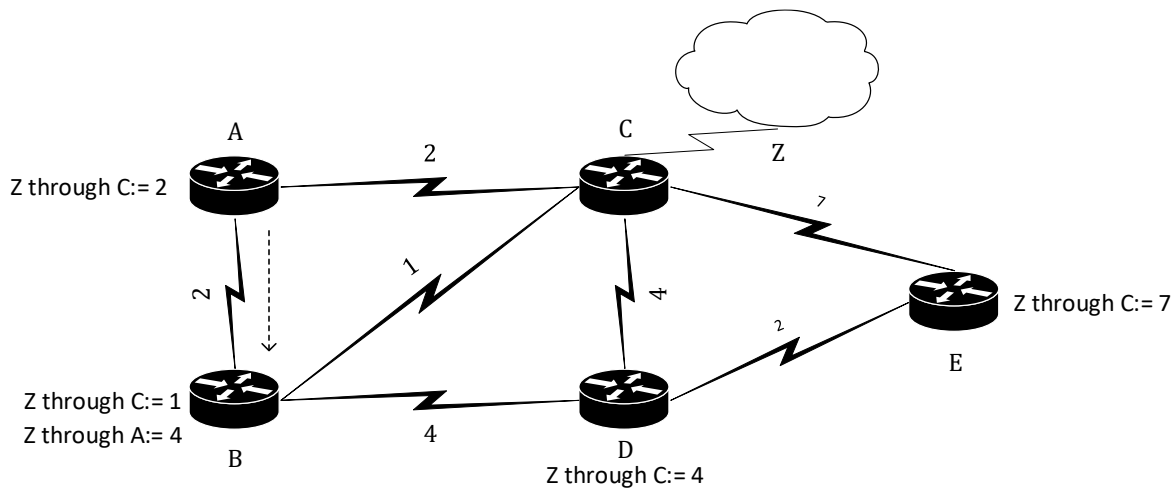
Po dołączeniu podsieci Z do routera C, uaktualni się jego tablica routingu.
Liczba uaktualnień tablic routingu: 1

1. Tak jak w poprzednim zadaniu, pierwszy router rozpoczynający propagację trasy do podsieci Z jest ten, na którym ustawiamy podsieć



Liczba uaktualnień tablic routingu: 5

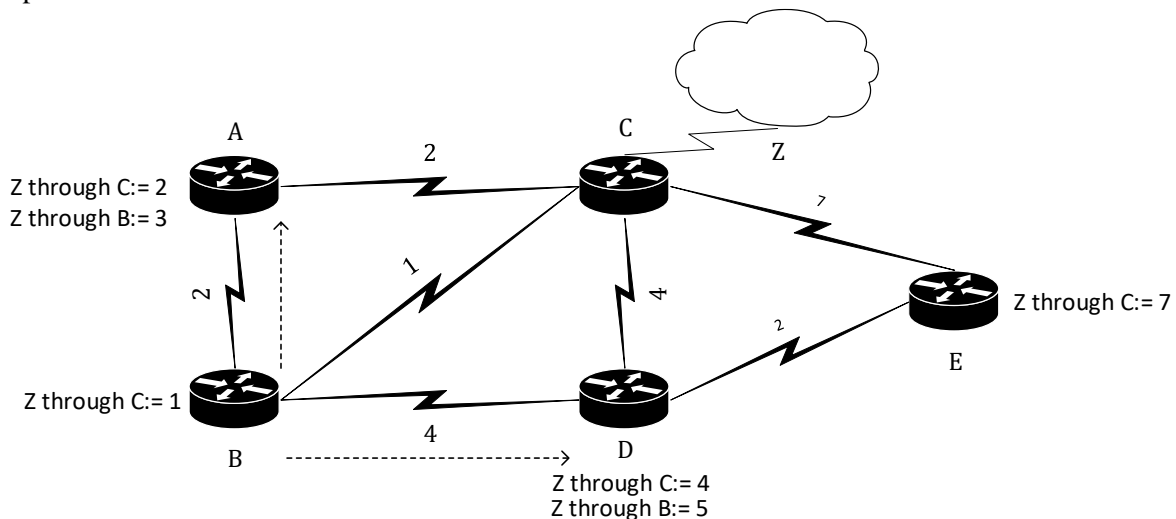
2. Wiemy, że najpierw rozpatrujemy router A (z trzech, które dostały wiadomości i zaktualizowały swoje tablice routingu). Router A prześle do swoich sąsiadów informację o trasie do podsieci Z. Nie wyśle jej jednak do C, bo od niego router A dostał wiadomość nt. podsieci Z.



W tym momencie router B przyjmuje za najlepszą trasę trasę przez router C, ponieważ jej koszt jest najniższy.

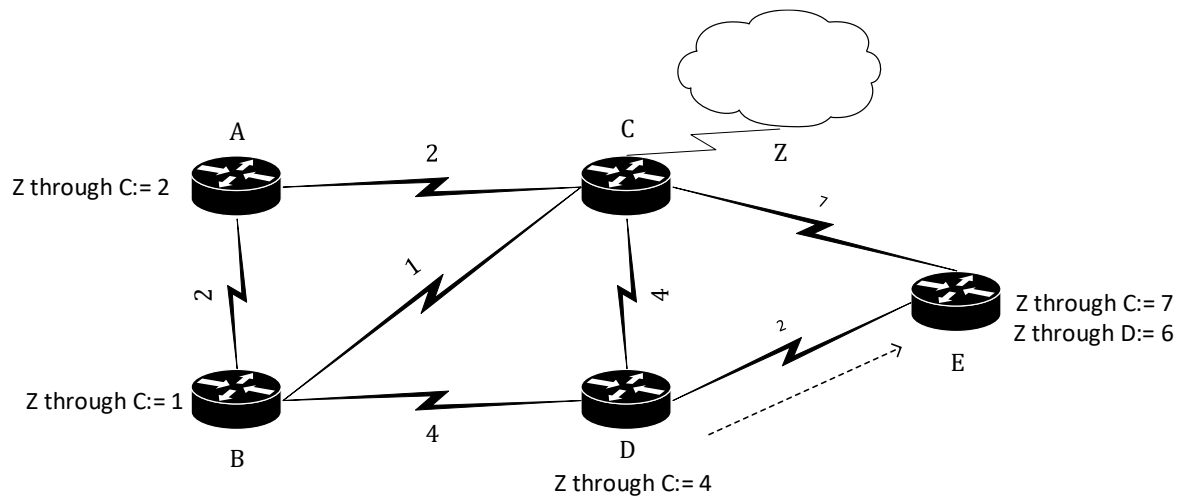
Liczba uaktualnień tablic routingu: 4, ponieważ tablica routingu routera B nie została uaktualniona.

3. W kolejnym punkcie, router B roześle informację do swoich sąsiadów na temat trasy do podsięci Z.



Router A odrzuca trasę przez router B, dualnie router D.

4. Kolejnym etapem jest wysłanie do sąsiadów przez router D informacji o trasie do Z.



Router E uaktualnia swoją tablicę routingu, bo dostał lepszą trasę.

Liczba uaktualnień tablic routingu: 6