



**Технически университет – София**

**Факултет по телекомуникации**

# **Курсов проект**

## **по „Основи на Мрежовите Технологии“**

Изготвил: Михаил Александров Александров

Фак. № 111217168

Група: 51

Специалност: Телекомуникации

Дата:.....

Ръководител:.....


/доц. д-р Павлина Колева /

## Съдържание

Задание .....	4
Част 1: Проектиране на съединителни линии между АТЦ.....	5
1. Увод и теоретични сведения .....	5
1.1. Теоретични сведения за телетрафика .....	6
1.2. Изчисляване на телетрафика.....	6
1.3. Разпределяне на телетрафика .....	7
1.4. Качество на обслужването .....	7
2. Инженерно решение на поставената задача .....	8
2.1. Определяне на трафика на една централа .....	8
2.2. Определяне на изходящия трафик .....	8
2.3. Разпределение на изходящият трафик към останалите централи ...	8
2.4. Съставяне на трафична информация .....	12
2.5. Определяне на броя на каналите между централите .....	16
3. Анализ на получените резултати и изводи .....	16
Част 2: Проектиране на мултиплексна система с ИКМ .....	18
1. Теоретични сведения .....	18
1.1. Описание на основните процедури за аналогово цифрово преобразуване (АЦП) – дискретизация, квантуване, кодиране. ....	18
1.2. Принцип на мултиплексирането по време .....	19
2. Инженерно решение на поставената задача .....	19
2.1. Максимална продължителност на 1bit.....	19

2.2.	Необходима честотна лента на канала за предаване на групов ИКМ сигнал. ....	20
2.3.	Скорост на въртене на комутатора, мултикомплексиращ сигналите. ....	20
2.4.	Блокова схема на ИКМ.....	20
3.	Анализ на получените резултати и изводи .....	20
Част 3: Проектиране на IPv4 адресно пространство в LAN мрежи с VLSM		21
1.	Теоретична част .....	21
1.1.	IPv4 адреси: мрежи и хостове .....	21
1.2.	Подмрежова маска и класове мрежи.....	21
1.3.	Подмрежи, VLSM .....	21
2.	Инженерно решение на поставената задача .....	22
2.1.	Избор на подходящ клас мрежа, IP адрес на основната мрежа и маска – трябва да се отчете общия брой подмрежи и хостовете във всяка подмрежа.....	22
2.2.	Разпределение на адресното пространство с VLSM (Variable-Length Subnet Mask) .....	22
2.3.	Определяне адрес на мрежата и broadcast адрес от IP адрес на хост и маска.....	23
3.	Анализ на получените резултати и изводи .....	25

## Задание

 **ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ – СОФИЯ**  
**ФАКУЛТЕТ ПО ТЕЛЕКОМУНИКАЦИИ**

Катедра „Комуникационни мрежи“  
Период на задаване: 21.10.2019 ÷ 25.10.2019  
Период на предаване и защита: 02.01.2020 ÷ 15.01.2020

Образователна степен: бакалавър  
Специалност: Телекомуникации

**ЗАДАНИЕ ЗА КУРСОВ ПРОЕКТ ПО  
ОСНОВИ НА МРЕЖОВИТЕ ТЕХНОЛОГИИ (ОМТ)**

**Вариант 66**


Студент: Михаил Александров      Курс: III      Група: 52      Фак. № 111217168

**ЧАСТ 1: Проектиране на съединителни линии между АТЦ**

**1.1 Описание на инженерната задача:** Целта на задачата е да се: определи общия трафик на всяка една централа; определи изходящия трафик за всяка централа; разпредели изходящия трафик към останалите централа; състави трафична матрица; определи броя на каналите между централите.

**1.2 Изходни данни:**  
Среден трафик на един абонат: 0.1 Erl;  
Загуби:  $B = 1\%$

АТЦ1 – 2000 абоната  
АТЦ2 – 2800 абоната  
АТЦ3 – 1800 абоната  
АТЦ4 – 1900 абоната  
АТЦ5 – 2500 абоната



**ЧАСТ 2: Проектиране на мултиплексна система с ИКМ**

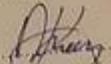
**2.1 Описание на инженерната задача:** Да се проектира мултиплексна система с Импулсно Кодова Модулация (ИКМ) за едновременно предаване на определен брой сигнали със зададени честотни ленти. Да се изчисли: максималната продължителност на 1 бит; необходимата честотна лента на канала за предаване на групов ИКМ сигнал; скоростта на въртене на комутатора, мултиплексиращ сигналите. Да се начертае блокова схема на ИКМ системата.

**2.2 Изходни данни:**  
Нива на квантуване: 16; Брой сигнали: 3 ( $m_1, m_2, m_3$ ). Честотни ленти: 4 kHz, 8 kHz, 4 kHz, respectively за всеки от сигналите.

**ЧАСТ 3: Проектиране на IPv4 адресно пространство в LAN мрежи с VLSM**

**3.1 Описание на инженерната задача:** Да се проектира IPv4 адресното пространство за всяка подмрежа като се използва VLSM (Variable-Length Subnet Mask). Да се избере подходящ клас мрежа, IP адрес на основната мрежа и маска. За всяка подмрежа да се определи: възможния брой хостове, адреса на мрежата, маската, обхвата на мрежата (начален и краен IP адрес), broadcast адреса. За всяка подмрежа да се определи в двоичен и десетичен вид адреса на мрежата и broadcast адреса, използвайки един от наличните IP адреси и маската за съответната подмрежа.

**3.2 Изходни данни:**  
Подмрежа 1 – 80 хоста; Подмрежа 2 – 14 хоста; Подмрежа 3 – 110 хоста; Подмрежа 4 – 120 хоста;  
Подмрежа 5 – 30 хоста

Научен ръководител: .....  
(доц. д-р  Надина Колева)

Важно: Курсовият проект се разработва спрямо указанията!

# **Част 1: Проектиране на съединителни линии между АТЦ**

## **1. Увод и теоретични сведения**

В съвременното общество телекомуникационните услуги са неизменна част от нашето ежедневие. Като част от тези услуги са телефонните мрежи – това са мрежи които реализират предоставянето на телефонни услуги.

Една мрежа се състои от комутационни възли, свързани помежду си чрез преносни системи, работещи по жичен и безжичен път. На телефонните потребители е осигурен абонатен достъп до комутационните възли.

Съединителните линии представляват телефонните канали свързващи отделните комутационни възли помежду им. В зависимост от трафика между два комутационни възела се определя и броят на съединителните линии. Група съединителни линии, които са равностойни при насочването на трафика от един комутационен възел към друг, образуват сноп. Всяка централа има по един или няколко снопа към всяка друга централа, с която е свързана.

Сноповете биват два вида еднопосочни и двупосочни. За избягване на блокирането на трафика в едната посока от прекалено силен трафик в другата посока, се предпочитат еднопосочните снопове. Двупосочните снопове се използват в цифровите мрежи, където съществуват програмни механизми за управлението им. В цифровите мрежи се използват за предаване на данни (глас, видео) през обикновени медни телефонни кабели, като скоростта може да достигна 2048kbit/s – ISDN.

Съставните компоненти на една телефонна мрежа са:

- Телефонни апарати
- Мрежи за абонатен достъп
- Телефонни централи
- Преносна среда
- Телефонни преносни системи

Телефонните мрежи се състоят от много голям брой централи. За да могат да комуникират техните абонати помежду си, е необходимо да има връзки между тях. Свързването “всяка с всяка” е икономически неизгодно. За да се избегне това се налага да се направи йерархична структура и правилно разпределение на трафика между абонатните станции.

Съществуват три основни типа на свързване:

- Решетка
- Звезда
- Смесени

### **1.1. Теоретични сведения за телетрафика**

Капацитетът на една АТЦ се определя броя на съединителните линии и свързаните към нея абонати. За определяне на капацитетна на комутационното оборудване основно значение има телетрафика. Телетрафикът зависи от броят, времетраенето и кога във времето се правят повиквания от абонатите свързани към дадена централа. Самото натоварване на централата се определя от броят на постъпващите в нея повиквания и тяхната продължителност – наречено обем на телетрафика. Единицата за телетрафик се нарича Ерланг (Erl.) 1Erl. = 1 часозаемане.

### **1.2. Изчисляване на телетрафика**

Разпределението на трафика в една мрежа има вероятностен характер, поради което за неговото прогнозиране се използват математически модели за моделиране на трафика в отделните елементи на мрежата и по линиите между тях.

Видове трафик в телефонните мрежи:

- Постъпващ - включващ всички опити за изграждане на връзка
- Обслужен -
- Необслужен – Разликата между постъпилия и обслужения трафик
- Разговорен
- Трафик от данни
- Трафик към управлението и други

Интензивността на трафика на една обслужваща система е равна на сумарната продължителност на времезаеманията, разделена на периода на наблюдение. Ако в системата за интервал от време  $T$  е имало  $k$  заемания, всяко с продължителност  $t_i$  трафикът  $A$  може да се изчисли с формулата:

$$A = \frac{\sum_{i=1}^k t_i}{T}, \quad Erl$$

Трафикът е равен на средния брой на едновременните заемания за даден период от време. Нека броят на едновременните заемания е непрекъснато наблюдаван през периода  $T$ . В даден момент  $t$  има  $k$  едновременни заемания. Интензивността на трафика ще изчислим по следната формула:

$$A = \frac{1}{T} \int_0^T k dt, \quad \text{Erl}$$

Тя представлява средната стойност на  $k$  в периода  $T$ . Трафикът е равен на средния брой на постъпилите повиквания за средното време за едно обслужване.

Средната продължителност на заеманията  $\tau$  е равна на:

$$\tau = \frac{\sum_{i=1}^k t_i}{k}, \quad \text{s}$$

Средната интензивност на постъпване на повикванията  $\lambda$  за интервала от време  $T$  е:

$$\lambda = \frac{k}{T}, \quad \text{нов/s}$$

Първата дефиниция може да се запише по следния начин:

$$A = \frac{k}{T} \frac{\sum_{i=1}^k t_i}{k} = \lambda \tau, \quad \text{erl}$$

Следователно трафикът количествено се определя със средната интензивност на постъпване на повикванията  $\lambda$  и средната продължителност на заеманията  $\tau$ , измерени с една и съща единица за времето.

### 1.3. Разпределяне на телетрафика

Трафикът в съобщителната мрежа се характеризира чрез средния трафик на един абонат. Средния трафик за един абонат на телефонна мрежа включва при най голямо натоварване на мрежата включващ входящи и изходящи повиквания е около 0,1Erl.

### 1.4. Качество на обслужването

Трафичните загуби ( $B$ ) представляват отношението между необслужения и постъпващия трафик. Това отношение съвпада с вероятността за блокиране „ $B$ “. Понякога е възможно да не се осъществи разговор между два абоната. Не е икономически изгодно телефонната мрежа да се проектира с загуби по малки от 1%.

## 2. Инженерно решение на поставената задача

### 2.1. Определяне на трафика на една централа

$$\text{АТЦ1: } 2000 \times 0,1 = 200 \text{ Erl.}$$

$$\text{АТЦ2: } 2800 \times 0,1 = 280 \text{ Erl.}$$

$$\text{АТЦ3: } 1800 \times 0,1 = 180 \text{ Erl.}$$

$$\text{АТЦ4: } 1900 \times 0,1 = 190 \text{ Erl.}$$

$$\text{АТЦ5: } 2500 \times 0,1 = 250 \text{ Erl.}$$

### 2.2. Определяне на изходящия трафик

За да се определи изходящият трафик към всяка една централа се приема че 70% от целия трафик се поема от текущата централа, а останалите 30% се разпределят между останалите централи.

$$\text{АТЦ1: } 200 \text{ Erl} \times 30\% = 60 \text{ Erl.}$$

$$\text{АТЦ2: } 280 \text{ Erl} \times 30\% = 84 \text{ Erl.}$$

$$\text{АТЦ3: } 180 \text{ Erl} \times 30\% = 54 \text{ Erl.}$$

$$\text{АТЦ4: } 190 \text{ Erl} \times 30\% = 57 \text{ Erl.}$$

$$\text{АТЦ5: } 250 \text{ Erl} \times 30\% = 75 \text{ Erl.}$$

### 2.3. Разпределение на изходящият трафик към останалите централи

За да се определи каква част от изходящия трафик на една централа се разпределя между другите трябва да се определи процентното участие на всяка централа по отношение на това колко абоната има в нея, към общия брой абонати, към които е насочен изходящия трафик.

За АТЦ1:

$$\sum \text{абоната} = \text{АТЦ5} + \text{АТЦ3} + \text{АТЦ2} + \text{АТЦ4} = 2500 + 1800 + 2800 + 1900 = 9000$$

$$\text{АТЦ2: } \frac{2800}{9000} = 0,31 \times 100 \approx 31,11\%$$

$$\text{АТЦ3: } \frac{1800}{9000} = 0,2 \times 100 \approx 20\%$$

$$\text{АТЦ4: } \frac{1900}{9000} = 0,21 \times 100 \approx 21,11\%$$

$$\text{АТЦ5: } \frac{2500}{9000} = 0,28 \times 100 \approx 27,78\%$$



След изчисляване на процента абонати от АТЦ1, може да определим трафика, който се разпределя към останалите станции:

$$\text{От АТЦ1 към АТЦ2: } A_{12} = 0,31 \times 60 = 18,67 \text{ Erl.}$$

$$\text{От АТЦ1 към АТЦ3: } A_{13} = 0,2 \times 60 = 12 \text{ Erl.}$$

$$\text{От АТЦ1 към АТЦ4: } A_{14} = 0,21 \times 60 = 12,67 \text{ Erl.}$$

$$\text{От АТЦ1 към АТЦ5: } A_{15} = 0,28 \times 60 = 16,67 \text{ Erl.}$$

### За АТЦ2:

$$\sum \text{абоната} = \text{АТЦ3} + \text{АТЦ1} + \text{АТЦ5} + \text{АТЦ4} = 1800 + 2000 + 2500 + 1900 = 8200$$

$$\text{АТЦ1: } \frac{2000}{8200} = 0,24 \times 100 \approx 24,39\%$$

$$\text{АТЦ3: } \frac{1800}{8200} = 0,22 \times 100 \approx 21,95\%$$

$$\text{АТЦ4: } \frac{1900}{8200} = 0,23 \times 100 \approx 23,17\%$$

$$\text{АТЦ5: } \frac{2500}{8200} = 0,3 \times 100 \approx 30,49\%$$

След изчисляване на процента абонати от АТЦ2, може да определим трафика, който се разпределя към останалите станции:

$$\text{От АТЦ2 към АТЦ1: } A_{21} = 0,24 \times 84 = 20,49 \text{ Erl.}$$

$$\text{От АТЦ2 към АТЦ3: } A_{23} = 0,22 \times 84 = 18,44 \text{ Erl.}$$

$$\text{От АТЦ2 към АТЦ4: } A_{24} = 0,23 \times 84 = 19,46 \text{ Erl.}$$

$$\text{От АТЦ2 към АТЦ5: } A_{25} = 0,3 \times 84 = 25,61 \text{ Erl.}$$

### За АТЦ3:

$$\sum \text{абоната} = \text{АТЦ1} + \text{АТЦ2} + \text{АТЦ5} + \text{АТЦ4} = 2000 + 2800 + 2500 + 1900 = 9200$$

$$\text{АТЦ1: } \frac{2000}{9200} = 0,22 \times 100 \approx 21,74\%$$

$$\text{АТЦ2: } \frac{2800}{9200} = 0,3 \times 100 \approx 30,43\%$$

$$\text{АТЦ4: } \frac{1900}{9200} = 0,21 \times 100 \approx 20,65\%$$

$$\text{АТЦ5: } \frac{2500}{9200} = 0,27 \times 100 \approx 27,17\%$$

След изчисляване на процента абонати от АТЦ3, може да определим трафика, който се разпределя към останалите станции:

$$\text{От АТЦ3 към АТЦ1: } A_{31} = 0,22 \times 54 = 11,74 \text{ Erl.}$$

$$\text{От АТЦ3 към АТЦ2: } A_{32} = 0,3 \times 54 = 16,43 \text{ Erl.}$$

$$\text{От АТЦ3 към АТЦ4: } A_{34} = 0,21 \times 54 = 11,15 \text{ Erl.}$$

$$\text{От АТЦ3 към АТЦ5: } A_{35} = 0,27 \times 54 = 14,67 \text{ Erl.}$$

### За АТЦ4:

$$\sum \text{абоната} = \text{АТЦ3} + \text{АТЦ1} + \text{АТЦ2} + \text{АТЦ5} = 1800 + 2000 + 2800 + 2500 = 9100$$

$$\text{АТЦ1: } \frac{2000}{9100} = 0,22 \times 100 \approx 21,98\%$$

$$\text{АТЦ2: } \frac{2800}{9100} = 0,31 \times 100 \approx 30,77\%$$

$$\text{АТЦ3: } \frac{1800}{9100} = 0,2 \times 100 \approx 19,78\%$$

$$\text{АТЦ5: } \frac{2500}{9100} = 0,27 \times 100 \approx 27,47\%$$

След изчисляване на процента абонати от АТЦ4, може да определим трафика, който се разпределя към останалите станции:

$$\text{От АТЦ4 към АТЦ1: } A_{41} = 0,22 \times 57 = 12,53 \text{ Erl.}$$

$$\text{От АТЦ4 към АТЦ2: } A_{42} = 0,31 \times 57 = 17,54 \text{ Erl.}$$

$$\text{От АТЦ4 към АТЦ3: } A_{43} = 0,2 \times 57 = 11,27 \text{ Erl.}$$

$$\text{От АТЦ4 към АТЦ5: } A_{45} = 0,27 \times 57 = 15,66 \text{ Erl.}$$

### За АТЦ5:

$$\sum \text{абоната} = \text{АТЦ3} + \text{АТЦ1} + \text{АТЦ2} + \text{АТЦ4} = 1800 + 2000 + 2800 + 1900 = 8500$$

$$\text{АТЦ1: } \frac{2000}{6700} = 0,24 \times 100 \approx 23,53\%$$

$$\text{АТЦ2: } \frac{2800}{6700} = 0,33 \times 100 \approx 32,94\%$$

$$\text{АТЦ3: } \frac{1800}{6700} = 0,21 \times 100 \approx 21,18\%$$

$$\text{АТЦ4: } \frac{1900}{6700} = 0,22 \times 100 \approx 22,35\%$$

След изчисляване на процента абонати от АТЦ5, може да определим трафика, който се разпределя към останалите станции:

$$\text{От АТЦ5 към АТЦ1: } A_{51} = 0,24 \times 75 = 17,65 \text{ Erl.}$$

$$\text{От АТЦ5 към АТЦ2: } A_{52} = 0,33 \times 75 = 24,71 \text{ Erl.}$$

$$\text{От АТЦ5 към АТЦ3: } A_{53} = 0,21 \times 75 = 15,88 \text{ Erl.}$$

$$\text{От АТЦ5 към АТЦ4: } A_{54} = 0,22 \times 75 = 16,76 \text{ Erl.}$$

Трафичен интерес	A, Erl	N, канали
<b>A12</b>	18,67	29
A13	12	20
A14	12,67	21
A15	16,67	26
<b>A21</b>	20,49	31
A23	18,44	28
A24	19,46	29
A25	25,61	37
<b>A31</b>	11,74	20
A32	16,43	26
A34	11,15	19
A35	14,67	24
<b>A41</b>	12,53	21
A42	17,54	27
A43	11,27	20
A45	15,66	25
<b>A51</b>	17,65	27
A52	24,71	36
A53	15,88	25

A54	16,76	26
-----	-------	----

За определяне на броя на каналите използвах Erlang B калкулатор, като съобразих, че допустимите загуби са  $B=1\%$

#### 2.4. Съставяне на трафична информация

Небалансиран Балансирана матрица						
От \ За	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	$\Sigma A_i$ , изходящ
A <sub>1</sub>	-	18,67	12	12,67	16,67	60,01
A <sub>2</sub>	20,49	-	18,44	19,46	25,61	84
A <sub>3</sub>	11,74	16,43	-	11,15	14,67	53,99
A <sub>4</sub>	12,53	17,54	11,27	-	15,66	57
A <sub>5</sub>	17,65	24,71	15,88	16,76	-	75
$\Sigma A_j$ , входящ	62,41	77,35	57,59	60,04	72,61	-
Разлика, %	3,85	7,92	6,25	5,06	3,19	-

Разликата се изчислява посредством следната формула  $\frac{|\sum A_i - \sum A_j|}{\max(\sum A_i, \sum A_j)} \times 100, [\%]$ , където  $\sum_i$  е по-голямата от двете суми.

1. За АТЦ1:  $|\sum A_{i1} - \sum A_{j1}| \Rightarrow$  сумите се различават с 3,85%

2. За АТЦ2:  $|\sum A_{i2} - \sum A_{j2}| \Rightarrow$  сумите се различават с 7,92%

3. За АТЦ3:  $|\sum A_{i3} - \sum A_{j3}| \Rightarrow$  сумите се различават с 6,25%

4. За АТЦ4:  $|\sum A_{i4} - \sum A_{j4}| \Rightarrow$  сумите се различават с 5,06%

5. За АТЦ5:  $|\sum A_{i5} - \sum A_{j5}| \Rightarrow$  сумите се различават с 3,19%

При проверките за разлика в трафичната матрица, четири от стойностите са по-големи от 5%, затова се налага нейното балансиране и създаване на нова трафична матрица.

За да се балансира матрицата се премахва стойност от клетка  $A_{ij}$  и същата стойност се добавя в клетка  $A_{ji}$ .

Направените операции са следните:

$$A_{21} - 2 \Rightarrow A_{12} + 2$$

$$A_{43} - 1 \Rightarrow A_{34} + 1$$

$$A_{54} - 2 \Rightarrow A_{45} + 2$$

Вследствие на което се получава следната матрица:

Балансиран Балансирана матрица						
От \ За	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	ΣA <sub>i</sub> , изходящ
A <sub>1</sub>	-	20,67	12	12,67	16,67	62,01
A <sub>2</sub>	18,49	-	18,44	19,46	25,61	82
A <sub>3</sub>	11,74	16,43	-	12,15	14,67	54,99
A <sub>4</sub>	12,53	17,54	10,27	-	17,66	58
A <sub>5</sub>	17,65	24,71	15,88	14,76	-	73
ΣA <sub>j</sub> ,входящ	60,41	79,35	56,59	59,04	74,61	-
Разлика, %	2,58	3,23	2,83	1,76	2,16	-

Отново се изчислява разликата между изходящия и входящия трафик:

1. За АТЦ1:  $|\Sigma A_{i1} - \Sigma A_{j1}| \Rightarrow$  сумите се различават с 2,58%
2. За АТЦ2:  $|\Sigma A_{i2} - \Sigma A_{j2}| \Rightarrow$  сумите се различават с 3,23%
3. За АТЦ3:  $|\Sigma A_{i3} - \Sigma A_{j3}| \Rightarrow$  сумите се различават с 2,83%

4. За АТЦ4:  $|\sum A_{i4} - \sum A_{j4}| \Rightarrow$  сумите се различават с 1,76%

5. За АТЦ5:  $|\sum A_{i5} - \sum A_{j5}| \Rightarrow$  сумите се различават с 2,16%

Със стойностите получени при балансирането на матрицата се съставя нова таблица и се изчислява отново броят на каналите.

Графичен интерес	A, Erl	N, канали
<b>A12</b>	20,67	31
A13	12	20
A14	12,67	21
A15	16,67	26
<b>A21</b>	18,49	28
A23	18,44	28
A24	19,46	29
A25	25,61	37
<b>A31</b>	11,74	20
A32	16,43	26
A34	12,15	21
A35	14,67	24
<b>A41</b>	12,53	21
A42	17,54	27
A43	10,27	18
A45	17,66	27
<b>A51</b>	17,65	27
A52	24,71	36
A53	15,88	25
A54	14,76	24

## 2.5. Определяна на броят на каналите между централите

Трасе	Посока	Преминаващ трафик	SA, Erl	SN, брой канали	N, брой изчислени канали	SErl за трасето	SN брой канали за трасето	N Изчислени канали за трасето
АТЦ 1- АТЦ 4	АТЦ 1- > АТЦ 4	A1-4+A1-3+A1-5+A1-2	62,01	98	77	122,42	194	141
	АТЦ 4- > АТЦ 1	A4-1+A3-1+A5-1+A2-1	60,41	96	75			
АТЦ 4- АТЦ 3	АТЦ 3- > АТЦ 4	A3-4+A5-4+A2-4+A3-1+A5-1+A2-1	89,15	144	106	178,46	288	199
	АТЦ 4- > АТЦ 3	A4-3+A4-2+A4-5+A1-3+A1-2+A1-5	89,31	144	107			
АТЦ 3- АТЦ 2	АТЦ 3- > АТЦ 2	A3-2+A5-2+A4-2+A1-2	79,35	120	95	161,35	242	181
	АТЦ 2- > АТЦ 3	A2-3+A2-5+A2-4+A2-1	82	122	98			
АТЦ 3- АТЦ 5	АТЦ 3- > АТЦ 5	A1-5+A2-5+A4-5+A3-5	74,61	114	90	147,61	226	167
	АТЦ 5- > АТЦ 3	A5-1+A5-2+A5-4+A5-3	73	112	89			

## 3. Анализ на получените резултати и изводи

- Споделеното използване на ресурси (каналы) увеличава ефективността на системата – броят на необходимите канали намалява.
- С увеличаването на трафика, ресурсите (каналите), нужни за единица трафик, намаляват.
- Със споделеното използване на ресурси се намалява цената за реализиране на системата.



- С нарастване на трафика и на ресурсите намалява вероятността да бъде блокирана постъпваща заявка (намаляват загубите).

## **Част 2: Проектиране на мултиплексна система с ИКМ**

### **1. Теоретични сведения**

#### **1.1. Описание на основните процедури за аналогово цифрово преобразуване (АЦП) – дискретизация, квантуване, кодиране.**

Преобразуването на сигналите - от аналогова в дискретна форма и обратно е особено важен и много често използван процес в съвременната електронна, изчислителна и комуникационна техника. Съвременният подход за качествена обработка на аналоговите сигнали е чрез преобразуването им цифрови, цифрова обработка и обратно преобразуване в аналогова форма.

За аналогово- цифрово преобразуване (АЦП) входящата променлива е моментното значение на непрекъснатия аналогов сигнал  $A$ , а изходяща -  $n$  разредния код на цифровия сигнал. Задачата на аналогово- цифровото преобразуване е едно моментно значение на аналоговия сигнал  $A$  да се преобразува в многоразреден дискретен цифров сигнал с код  $N$ , т.е. да се осъществи съответствието  $A - N$ , с определена точност.

Един аналогов сигнал по принцип се счита за непрекъснат в определен интервал от време. Преходът от непрекъснат аналогов сигнал (а) към дискретната величина е съпроводен с операцията квантоване (дискретизация) на аналоговия сигнал по време.

Квантоването означава разделяне на аналоговия сигнал на самостоятелни кратковременни участъци с времетраене  $t_q$  и с период на повторение  $T_Q$ . На всеки интервал съответствува усреднено ниво на аналоговия сигнал  $A_i$ , (б), които се оценяват последователно във времето (в). Следващият етап е преобразуването на тези дискретизирани нива на аналоговия сигнал в съответстващ цифров код  $N$ .

Броят на изходите на АЦП определя разредността му.

## 1.2. Принцип на мултиплексирането по време

Мултиплексиране по време (time-division multiplex – TDM) става чрез последователно във времето циклично редуване в една линия на цифрови сигнали от няколко различни съобщителни канала.

Характерното за този метод е, че на канала се предоставя преносната среда с цялата честотна лента, но само за определен промеждутък от време. Тези промеждутъци пак са разделени със защитни интервали, но сега по време.

## 2. Инженерно решение на поставената задача

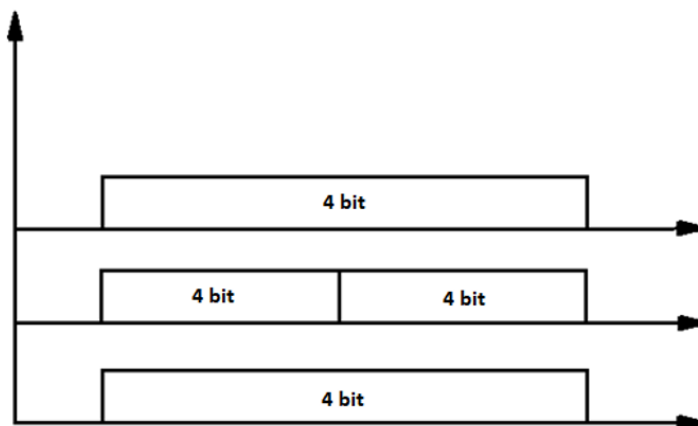
### 2.1. Максимална продължителност на 1bit

$$T_{\partial 1} = \frac{1}{2 \cdot F_{max1}} = \frac{1}{2.4000} = 125 \mu s$$

$$T_{\partial 2} = \frac{1}{2 \cdot F_{max2}} = \frac{1}{2.8000} = 62,5 \mu s$$

$$T_{\partial 3} = \frac{1}{2 \cdot F_{max3}} = \frac{1}{2.4000} = 125 \mu s$$

Периодите с максимална продължителност са  $T_{\partial 1}$  и  $T_{\partial 3}$ , затова взимаме една от стойностите.



Определяне на разрядни комбинации:

$$m = \log_2 16 = 4 \text{ (разрядни комбинации)}$$

$$T_k = \frac{T_{\partial 1}}{4.4bit} = \frac{125 \cdot 10^{-6}}{16bit} = 3,91 \mu s$$

## 2.2. Необходима честотна лента на канала за предаване на групов ИКМ сигнал.

$$F_{ef.} = 2 \cdot T_k$$

$$F_{ef.} = 2 \times 3,91 = 7,81 \times 10^{-6}$$

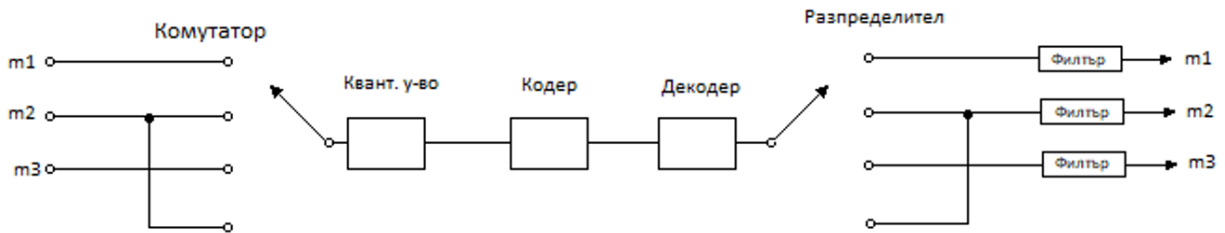
$$w = \frac{1}{F_{ef.}} = \frac{1}{7,81 \times 10^{-6}} = 128 \text{ kHz}$$

## 2.3. Скорост на въртене на комутатора, мултикомплексирал сигналите.

$$\gamma = \frac{1}{T_{\partial 1}} = \frac{1}{125 \cdot 10^{-6}} = 8\,000 \text{ rps (оборота в секунда)}$$

$$\gamma = 8\,000 \times 60 = 480\,000 \text{ rpm (оборота в минута)}$$

## 2.4. Блокова схема на ИКМ



## 3. Анализ на получените резултати и изводи

Броя на оборотите на комутатора за секунда зависят пряко от максималната продължителност на един бит. А тя от своя страна зависи от честотните ленти – колкото по-голяма е честотната лента, толкова продължителността на един бит е по-малка и комутатора прави повече обороти в секунда, респективно и в минута.

## **Част 3: Проектиране на IPv4 адресно пространство в LAN мрежи с VLSM**

### **1. Теоретична част**

#### **1.1. IPv4 адреси: мрежи и хостове**

При IPv4 IP адресите са съставени от 32 бита, което прави теоретично 4 294 967 296 (над 4 милиарда) уникални адреси за интерфейси на хостове. На практика обаче, адресното пространство не се оползотворява напълно поради проблемите на маршрутизирането, така че има натиск за разширяване на адресния обхват.

IPv4 адресите обикновено се отбелязват като четворка числа, разделени с точки, т.е. четири байта (по 8 бита), разделени с точки и написани като десетични числа, например 208.80.152.201. Тези числа се получават чрез преобразуване в бройна система с основа 256.

#### **1.2. Подмрежова маска и класове мрежи**

Подмрежите се въвеждат чрез подмрежова маска (subnet mask), която е с формат на IP адрес, т.е. 32-битово двоично число, записано като четири десетични. Маската обикновено се състои от две последователни полета от единици и нули, напр. 11111111 11111111 11111111 00000000, като единиците указват мрежовата част на даден IP адрес, а нулите – адреса на хоста. Чрез подмрежовата маска се извършва преместване на разделителната линия между двете части на адреса, дефинирана от съответния адресен клас А, В или С. Чрез прилагане на логическата операция побитово И (AND) между даден IP адрес и подмрежовата му маска, ще получим новата мрежова част на адреса.

#### **1.3. Подмрежи, VLSM**

Когато промените дължината на подразбиращата се мрежова маска отвъд подразбиращата се граница за класа, тя се обозначава като VLSM (подмрежова

маска с променлива дължина). Някои маршрутизиращи протоколи не разпознават VLSM маски и затова срещат трудности при маршрутизиране на дейтаграми, предназначени за подмрежи, които не могат да открият.

## **2. Инженерно решение на поставената задача**

### **2.1. Избор на подходящ клас мрежа, IP адрес на основната мрежа и маска – трябва да се отчете общия брой подмрежи и хостовете във всяка подмрежа.**

Брой хостове в подмрежите:

Четвърта – 120;

Трета - 110;

Първа – 80;

Пета – 30;

Втора – 14;

### **2.2. Разпределение на адресното пространство с VLSM (Variable-Length Subnet Mask)**

За всяка подмрежа се определят: възможния брой хостове (наличния размер), адреса на мрежата, маската, обхвата на мрежата (начален и краен IP адрес), broadcast адреса. Попълва се следната таблица:

Ще използваме мрежа от клас C с начало 192.168.0.0/23

Подмрежа	Необходим размер	Наличен размер	Адрес на мрежата	Маска в slash-format	Маска в десетичен вид	Обхват на мрежата
4	120	126	192.168.0.0	25	255.255.255.128	192.168.0.1 - 192.168.0.126
3	110	126	192.168.0.128	25	255.255.255.128	192.168.0.129 - 192.168.0.254
1	80	126	192.168.1.0	25	255.255.255.128	192.168.1.1 - 192.168.1.126
5	30	30	192.168.1.128	27	255.255.255.224	192.168.1.129 - 192.168.1.158
2	14	14	192.168.1.160	28	255.255.255.240	192.168.1.161 - 192.168.1.174

### **2.3. Определяне адрес на мрежата и broadcast адрес от IP адрес на хост и маска.**

От всяка подмрежа се избира един от наличните адреси. Използвайки и маската се определя адреса на мрежата и broadcast адреса в двоичен вид и десетичен вид.

192.168.0.9/25

IP адрес в двоичен вид: 11000000 10101000 00000000 00001001

Маска в двоичен вид: 11111111 11111111 11111111 10000000

**ОПЕРАЦИЯ AND (И)**

Адрес на мрежата в двоичен вид:

11000000 10101000 00000000 00000000

Адрес на мрежата в десетичен вид: 192.168.0.0

IP адрес в двоичен вид: 11000000 10101000 00000000 00001001

Маска в двоичен инв.вид: 00000000 00000000 00000000 01111111

**ОПЕРАЦИЯ OR (ИЛИ)**

Broadcast адрес в двоичен вид:

11000000 10101000 00000000 01111111

Broadcast адрес в десетичен вид: 192.168.0.127

92.168.0.134/25

IP адрес в двоичен вид: 11000000 10101000 00000000 10000110

маска в двоичен вид: 11111111 11111111 11111111 10000000

**ОПЕРАЦИЯ И**

Адрес на мрежата в двоичен вид:

11000000 10101000 00000000 10000000

Адрес на мрежата в десетичен вид: 192.168.0.128

IP адрес в двоичен вид: 11000000 10101000 00000000 10000110

маска в двоичен инв.вид:00000000 00000000 00000000 01111111

### ОПЕРАЦИЯ ИЛИ

Broadcast адрес в двоичен вид:

11000000 101010000 00000000 11111111

Broadcast адрес в десетичен вид: 192.168.0.255

192.168.1.4/25

IP адрес в двоичен вид: 11000000 101010000 00000001 00000100

маска в двоичен вид: 11111111 111111111 11111111 10000000

### ОПЕРАЦИЯ И

Адрес на мрежата в двоичен вид:

11000000 101010000 00000001 00000000

Адрес на мрежата в десетичен вид: 192.168.1.0

IP адрес в двоичен вид: 11000000 101010000 00000001 00000100

маска в двоичен инв.вид:00000000 000000000 00000000 01111111

### ОПЕРАЦИЯ ИЛИ

Broadcast адрес в двоичен вид:

11000000 101010000 00000001 01111111

Broadcast адрес в десетичен вид: 192.168.1.127

192.168.1.134/27

IP адрес в двоичен вид: 11000000 101010000 00000001 10000110

маска в двоичен вид: 11111111 111111111 11111111 11100000

### ОПЕРАЦИЯ И

Адрес на мрежата в двоичен вид:

11000000 101010000 00000001 10000000

Адрес на мрежата в десетичен вид: 192.168.1.128



IP адрес в двоичен вид: 11000000 101010000 00000001 10000110

маска в двоичен инв.вид:00000000 000000000 00000000 00011111

#### ОПЕРАЦИЯ ИЛИ

Broadcast адрес в двоичен вид:

11000000 101010000 00000001 10011111

Broadcast адрес в десетичен вид: 192.168.1.159

192.168.1.164/28

IP адрес в двоичен вид: 11000000 101010000 00000001 10100100

маска в двоичен вид: 11111111 111111111 11111111 11110000

#### ОПЕРАЦИЯ И

Адрес на мрежата в двоичен вид:

11000000 101010000 00000001 10100000

Адрес на мрежата в десетичен вид: 192.168.1.160

IP адрес в двоичен вид: 11000000 101010000 00000001 10100100

маска в двоичен инв.вид:00000000 000000000 00000000 00001111

#### ОПЕРАЦИЯ ИЛИ

Broadcast адрес в двоичен вид:

11000000 101010000 00000001 10101111

Broadcast адрес в десетичен вид: 192.168.1.175

Налични IP адреси в основната мрежа: **510**

Брой необходими IP адреси: **354**

Брой необходими IP адреси в подмрежите: **422**

Около **84%** - използваемост на адресното пространство в основната мрежа

Около **84%** - използваемост на адресното пространство в подмрежите

### 3. Анализ на получените резултати и изводи

Избраното количество хостове за отделните подмрежи позволява разширение на заетите брой хостове с изключение на един от тях. Препоръчително е да биват проектирани за разширение в бъдеще и този подход е добър.