

S1. (20P) Hamming kodlaması kullanılan bir iletim sisteminde, alıcı taraf 111011000100110 (p1, p2, d1, ..., d9, d10, d11 dizilimindedir) (d=data veya mesaj bitleri, p=parity veya check kontrol bitleri) bit dizisini aldığına göre alıcı taraftaki işlemleri yapınız ve bit hatası varsa bulunuz. Hata varsa ilgili biti düzelterek, yoksa normal işlem yaparak salt veriyi (sadece veri bitlerini) gösteriniz

2023-2024 Final → 2. soru

Hamming kullanan bir iletim sistemi 111011000100110  
(p1, p2, d1, ..., d9, d10, d11 diziliminde) alıcı tarafındaki işlemler ve bit hatası var mı? varsa düzelt

15	1	1	1	1	m11	0
14	1	1	1	0	m10	1
13	1	1	0	1	m9	1
12	1	1	0	0	m8	0
11	1	0	1	1	m7	0
10	1	0	1	0	m6	1
9	1	0	0	1	m5	0
8	1	0	0	0	m4	0
7	0	1	1	1	m3	0
6	0	1	1	0	m2	1
5	0	1	0	1	m1	1
4	0	1	0	0	c3	0
3	0	0	1	1	c2	1
2	0	0	1	0	c1	1
1	0	0	0	1		

$$c_1 = m_1 \oplus m_2 \oplus m_4 \oplus m_5 \oplus m_7 \oplus m_9 \oplus m_{11}$$

$$= 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0$$

$$\boxed{c_1 = 1}$$

$$c_2 = m_1 \oplus m_3 \oplus m_4 \oplus m_6 \oplus m_7 \oplus m_{10} \oplus m_{11}$$

$$= 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0$$

$$\boxed{c_2 = 0}$$

$$c_3 = m_2 \oplus m_3 \oplus m_4 \oplus m_8 \oplus m_9 \oplus m_{10} \oplus m_{11}$$

$$= 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0$$

$$\boxed{c_3 = 0}$$

$$c_4 = m_5 \oplus m_6 \oplus m_7 \oplus m_8 \oplus m_9 \oplus m_{10} \oplus m_{11}$$

$$= 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0$$

$$\boxed{c_4 = 1}$$

c4	c3	c2	c1
0	0	1	1
⊕ 1	0	0	1
1	0	1	0

⇒ gelen veri kontrol bitleri

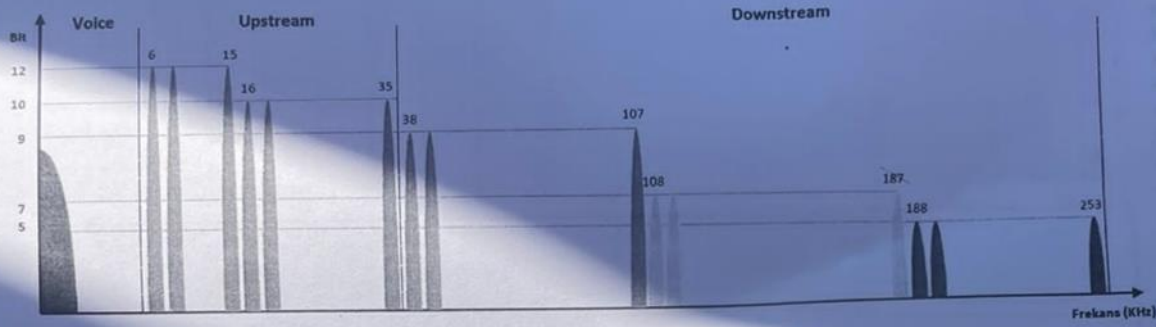
⇒ bizim hesapladığımız

10. bit yani 8. veri biti hatalı  $m_8 \neq 0$  ise  $m_8 = 1$  olmalı

1 1 1 0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 olacaktır.

Sadece veri bitleri ⇒ 1 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 şeklindedir.

S2. (30P) ADSL DMT frekans spektrumunda, her biri 4000 Hz (standarttaki değeri 4.3125 kHz'dir, işlem kolaylığı için 4000 Hz olarak alınmıştır) band genişliğine sahip ilk 6 kanal ses iletimine, sonraki 32 kanal upstream iletimine ve geri kalan 218 kanal da downstream iletimine tahsis edilmiştir. Upstream ve Downstream'de genel modülasyon için ayrı ayrı 2'şer kanal ayrılmıştır, aşağıdaki şekilde gösterilmemiştir ve bunlardan iletim yapılmamaktadır. İletim ortamındaki sinyal zayıflaması, farklı frekanslarda / kanallarda sembol başına düşen bit sayısını değiştiren kilmakta ve buna bağlı olarak Upstream ve Downstream frekans kanalları için kanal başına düşen bit sayıları aşağıdaki grafikteki (x eksen frekans, y eksen bit sayısı ve kanal üzerinde kanal numarası) gibi oluştuğu kabul edilmektedir.



- Yukarıda verilen şekle ve açıklamalara göre toplam upstream bit hızını bulunuz. Sembol başına düşen bit sayısı farklı olan her bir kanal için SNR değerini ve modülasyon türünü hesaplayınız.
- Yukarıda verilen şekle ve açıklamalara göre toplam downstream bit hızını bulunuz. Sembol başına düşen bit sayısı farklı olan her bir kanal için SNR değerini ve modülasyon türünü hesaplayınız.
- Yukarıdaki maddelerde verilenlere göre FDM kullanarak gerçekleştirilen DMT modülasyon tekniği için bütün sistem konfigürasyonunu çiziniz?

~~Formüller~~ Formüller

$$N = S \cdot r \quad r = \log_2 L$$

$$N = B \log_2 (SNR + 1)$$

$$S \cdot r = S \log_2 (SNR + 1)$$

$$2^r = SNR + 1 \quad SNR = 2^r - 1$$

a) 6-15 aralığı

$$r = 12$$

$$SNR = 2^r - 1 = 2^{12} - 1 \rightarrow SNR = 4095$$

$$N = S \cdot r = 4000 \cdot 12 = 48000 \text{ bps} = 48 \text{ kbps}$$

$$r = \log_2 L \rightarrow 2^r = L \rightarrow \text{modülasyon tekniği QAM 4096}$$

$$\text{kanal sayısı} = 15 - 6 + 1 = 10 \text{ kanal}$$

$$\text{bit hızı} = 10 \cdot 48000 = 480000 \text{ bps} = 480 \text{ kbps} = 0.48 \text{ Mbps}$$

16-35 aralığı

$$r = 10$$

$$N = S \cdot r = 4000 \cdot 10 = 40000 \text{ bps} = 40 \text{ kbps}$$

$$SNR = 2^r - 1 \rightarrow 2^{10} - 1 = SNR = 1023$$

$$r = \log_2 L \rightarrow L = 2^r = 2^{10} \rightarrow \text{modülasyon tekniği QAM-1024}$$

$$\text{kanal sayısı} = 35 - 16 + 1 = 20 \text{ kanal}$$

$$\text{bit hızı} = 20 \cdot 40000 = 800000 \text{ bps} = 0.8 \text{ Mbps}$$

$$\text{Toplam upstream bit hızı} = 480000 + 800000 = 1280000 \text{ bps} = 1.28 \text{ Mbps}$$



b) 107-38 aralığı

$$r=9$$

$$SNR = 2^r - 1 = 2^9 - 1 \rightarrow \boxed{SNR = 511}$$

$$r = \log_2 L \rightarrow 2^r = L \rightarrow \text{modülasyon } \boxed{QAM-512}$$

$$N = S \cdot r = 4000 \cdot 9 = 36000 \text{ bps} = \boxed{36 \text{ kbps}}$$

$$\text{kanal sayısı} = 107 - 38 + 1 = \boxed{70 \text{ kanal}}$$

$$\text{bit hızı} = \text{kanal sayısı} \cdot N = 70 \cdot 36000 = 2520000 \text{ bps} \\ = \boxed{2,52 \text{ Mbps}}$$

108-187 aralığı

$$r=7$$

$$SNR = 2^r - 1 = 2^7 - 1 \rightarrow \boxed{SNR = 127}$$

$$2^r = L = 2^7 = L \rightarrow \text{modülasyon } \boxed{QAM-128}$$

$$N = S \cdot r = 4000 \cdot 7 = 28000 \text{ bps} = \boxed{28 \text{ kbps}}$$

$$\text{kanal sayısı} = 187 - 108 + 1 = \boxed{80 \text{ kanal}}$$

$$\text{bit hızı} = 80 \cdot 28000 = 2240000 \text{ bps} = \boxed{2,24 \text{ Mbps}}$$

188-255 aralığı

$$r=5$$

$$SNR = 2^5 - 1 \rightarrow \boxed{SNR = 31}$$

$$2^r = L \rightarrow \text{modülasyon } \boxed{QAM-32}$$

$$N = S \cdot r = 4000 \cdot 5 = 20000 \text{ bps} = \boxed{20 \text{ kbps}}$$

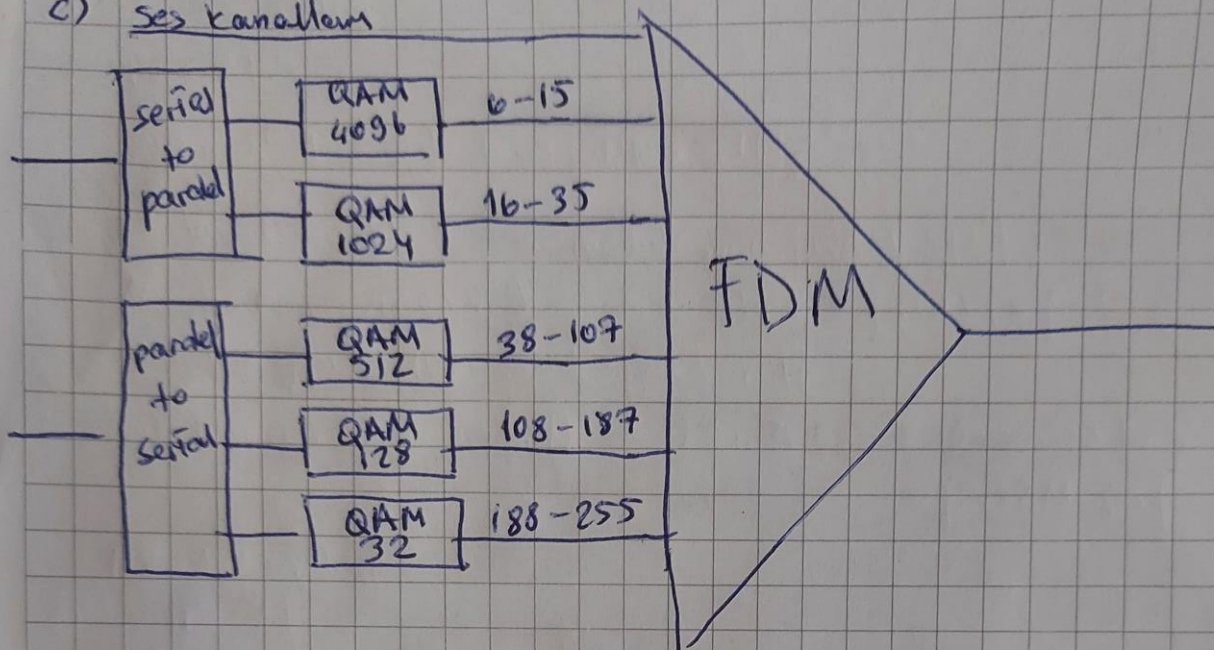
$$\text{kanal sayısı} = 255 - 188 + 1 = \boxed{68 \text{ kanal}}$$

$$\text{bit hızı} = 68 \cdot 20000 = 1360000 \text{ bps} = \boxed{1,36 \text{ Mbps}}$$

$$\text{toplam downstream bit hızı} = 2520000 + 2240000 + 1360000 \\ = 6020000 = \boxed{6,02 \text{ Mbps}}$$

$$\text{upstream + downstream} = 1280000 + 6020000 \\ = 7300000 = \boxed{7,3 \text{ Mbps}}$$

c) ses kanalları





**S3. (30P)** 10 Mbps'lik paylaşımlı bir Ethernet ağına 4 düğüm aynı anda hattı boş görüp (iletişimin ilk istek zamanı - aşağıdaki şekilde T anı) veri göndermek istemektedir. Bu durum sonucunda bir çarpışma meydana gelmekte ve düğümler, çarpışma sonucu kullandıkları İkili Ekspansiyon Geri Çekilme algoritmasına (Binary Exponential Backoff) göre tablodaki rasgele sayıları üretmektedirler. Ayrıca bu düğümler aşağıdaki özelliklere sahiptir:

- İkinci ve üçüncü düğümler **100 bayt**, birinci ve dördüncü düğüm **64 bayt** bir Ethernet çerçevesi (başlık + veri + kuyruk toplamı) transfer etmektedir.
- Slot zamanı **512 bit**, çerçeveler arası boşluk **96 bit** ve çarpışma (jamming) sinyali de **32 bit** zamanından oluşmaktadır.

1ND	2ND	3ND	4ND
0	0	1	0
1	1	-	2
2	3	-	1

Düğüm

1ND
2ND
3ND
4ND

1ND: 1 Nolu Düğüm

T

Zaman

Yukarıdaki bilgilere ve tablodaki rastgele üretilmiş sayılara bağlı olarak;

- 4 düğümün geçirdiği evreleri gösteren zaman boyutundaki şeklini çiziniz ve verisini göndermek istediği an (T) ile gönderme işleminin tamamlandığı an arasındaki zaman farkını bulunuz? **LÜTFEN HESAPLAMALARI YAPINIZ, TOPLAYARAK GİDİNİZ ve ZAMAN ÇİZELGESİNİ ANLAŞILIR ÇİZİNİZ. HESAPLAMALARI YAPMAYAN ve ANLAŞILIR ÇİZMEYENLERİN CEVAPLARI DEĞERLENDİMEYE ALINMAYACAKTIR.**
- Her bir düğümün meşgulden dolayı bekleme zamanını bulunuz?

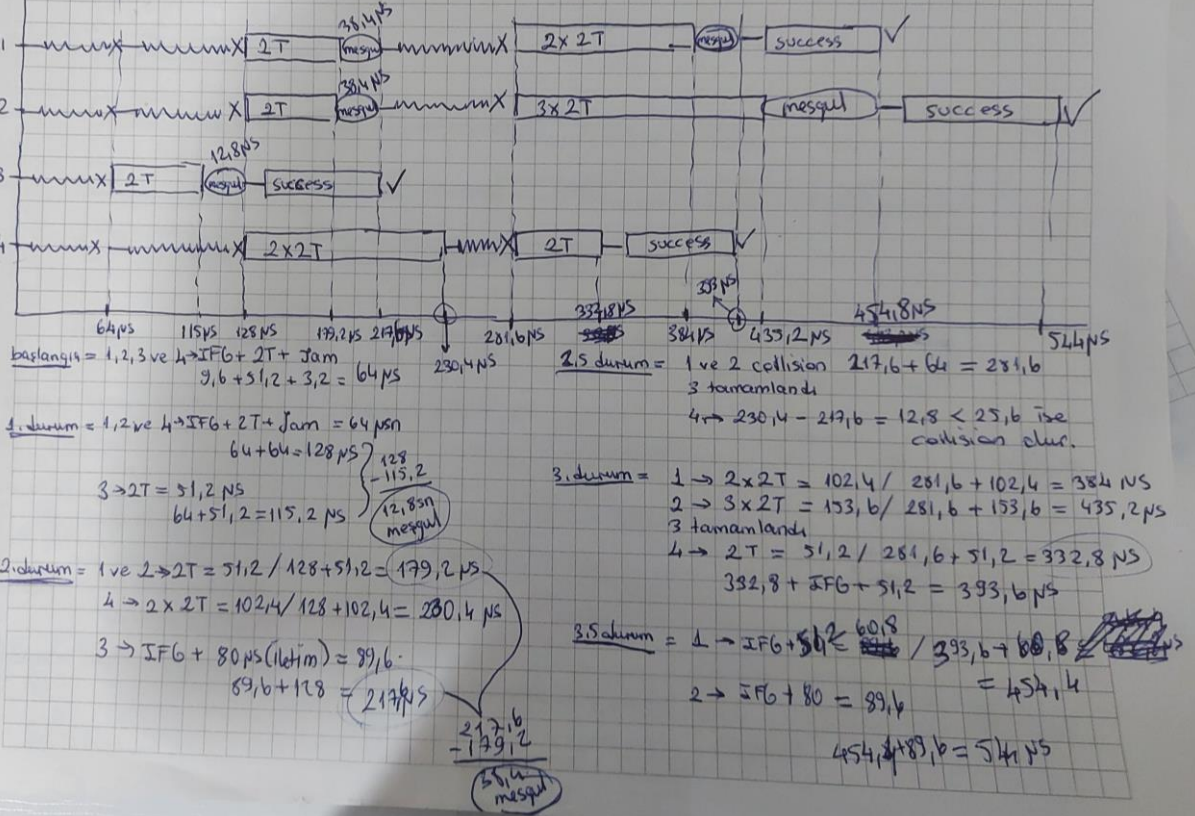
**Not1:** Soruda istenenleri cevaplayabilmek için Ethernet protokolünün gönderme ve alma algoritmalarını dikkate alınız!

**Not2:** İletim hataları ihmal edilip, yayılım gecikmesi önemsenmemektedir. Bu tablo, düğümlerin iletimlerini tamamladıktan sonra tekrar iletim isteklerinin olmadığı ve bu 4 düğüm paketinin de iletimleri tamamlanmadan ağda bulunan diğer düğümlerin iletim isteklerinin olmadığı kabul edilerek hazırlanmıştır.

$$8006 \text{ bit} / 10 = 80 \text{ ns} \quad 512 \text{ bit} / 10 = 51,2 \text{ ns}$$

10Mbps'lik paylaşımlı Ethernet ağı. 2 ve 3 100 bayt, 1 ve 4 64 bayt  $T = 51,2 \text{ ns}$  IFG = 9,6 ns Jam = 3,2 ns

1ND	2ND	3ND	4ND
0	0	1	0
1	1	-	2
2	3	-	1



2003-2004 Büt → 3. Sonu

2003-2004 Final → 3. Sonu

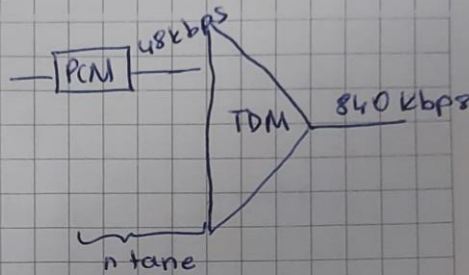
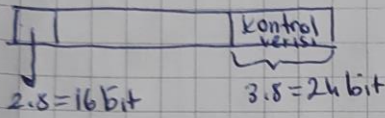
S4. (20P) Bir senkron TDM sisteminde bir çözücü (demultiplexer) bir gelen hat ve  $n$  eş çıkış linkine sahiptir. Gelen hat üzerinde çerçeveler 840 Kbps'lık bir bit hızı ile çözücüye varmaktadır. Her bir çerçevenin başlangıcında 3 baytlık kontrol verisinin kullanıldığı, her bir zaman aralığının (her bir kaynağın veri birimi) tam olarak 2 baytlık boyuta sahip olduğu ve her bir çıkış linkinin hızı da 48 Kbps olarak kabul edilmektedir. Verilen bu bilgilere göre bit olarak her bir linkin bandgenişliğini (analog, Hz), her bir linkin örnek sayısını, TDM çerçevesi sayısını, TDM çerçeve süresini, TDM çerçeve boyutunu, çıkış link sayısını ve TDM çerçeve süresini bulunuz?

Başarılar, Süre 90 dakika, Prof.Dr. İbrahim ÖZÇELİK, Dr.Öğr.Üyesi Murat İSKEFİYELİ

2023-2024 Final → 4. soru

Senkron TDM sistemi - 1 gelen hat  $n$  çıkış linki  
 çerçeveler 840 Kbps hızla varıyor  
 çerçeve başına 3 byte kontrol verisi  
 her zaman aralığı 2 bayt  
 çıkış linkinin hızı 48 Kbps ise

\* 1 bayt = 8 bit



PCM

$$\text{Çıkış hızı} = \frac{\text{örnekleme hızı}}{\text{bit sayısı}}$$

$$48000 = \frac{\text{örnekleme hızı}}{16}$$

$$\text{örnekleme hızı} = \text{bandgenişliği} \times 2$$

$$\boxed{\text{örnekleme hızı} = 3000 \text{ örnekleme/sn}}$$

\* örnekleme hızı = çerçeve hızı

$$\boxed{\text{bandgenişliği} = 1500 \text{ örnekleme/sn}}$$

TDM

$$\text{Çıkış hızı} = \frac{\text{çerçeve hızı}}{\text{çerçeve boyutu}}$$

$$840000 = \frac{3000}{\text{çerçeve boyutu}}$$

$$\text{çerçeve boyutu} = \frac{\text{çerçeve boyutu}}{\text{çerçeve boyutu}} + \text{kontrol bit'i}$$

$$280 = (n \times 16) + 24$$

$$\boxed{\text{çerçeve boyutu} = 280 \text{ bit}}$$

$$\boxed{\text{çerçeve boyutu} = 16}$$

$$\boxed{\text{TDM çerçeve hızı} = \text{örnekleme hızı} = 3000}$$

$$\text{çerçeve süresi} = \frac{1}{\text{çerçeve hızı}} = \frac{1}{3} \cdot 10^{-3} = 0.33 \mu\text{s} = \text{çerçeve süresi}$$



S1. (20P) Üreteç fonksiyonu  $G(x) = x^6 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$  olan, CRC mekanizması kullanılan bir iletim sisteminde, alıcı taraf **110111011000010110** (En sağdaki bit en düşük değerlikli bittir) bit dizisini aldığına göre alıcı taraftaki işlemleri yapınız ve bit hatası varsa "HATA VARDIR", yoksa "HATA YOKTUR" yazınız. Hatanın varlığını veya yokluğunu ispatlayınız. Hata varsa ve hatayı düzeltebiliyorsanız düzeltiniz.

2023-2024 - Büt → 1. Sonu

①  $G(x) = x^6 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$   
110111011000010110

110111011000010110  
 $x^{17} x^{16} x^{15} x^{14} x^{13} x^{12} x^{11} x^{10} x^9 x^8 x^7 x^6 x^5 x^4 x^3 x^2 x^1 x^0$

↓ olanları yazalım →  $x^{17} + x^{16} + x^{14} + x^{13} + x^{12} + x^{10} + x^9 + x^4 + x^2 + 1$

②  $x^{17} + x^{16} + x^{14} + x^{13} + x^{12} + x^{10} + x^9 + x^4 + x^2 + 1$   
 $x^{17} + x^{15} + x^{14} + x^{13} + x^{11}$

$x^6 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$

$x^{11} + x^{10} + x^9 + x^8 + x^5 + x^4$   
 $+ x^3 + x^2 + x + 1$

③  $x^{16} + x^{14} + x^{13} + x^{12} + x^{10}$

$x^{15} + x^{14} + x^{13} + x^{11} + x^8 + x^4 + x^2 + x$   
④  $x^{15} + x^{13} + x^{12} + x^{11} + x^9$

$x^{14} + x^{12} + x^4 + x^2 + x$

⑤  $x^{14} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8$

$x^{11} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^2 + x$   
⑥  $x^{11} + x^9 + x^8 + x^7 + x^5$

$x^{10} + x^9 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x$

⑦  $x^{10} + x^8 + x^7 + x^6 + x^4$

$x^5 + x^3 + x^6 + x^8 + x^2 + x$

⑧  $x^5 + x^7 + x^6 + x^5 + x^3$

$x^6 + x^7 + x^3 + x^7 + x$

⑨  $x^9 + x^6 + x^5 + x^4 + x^2$

$x^7 + x^6 + x^5 + x^4 + x^3 + x$

⑩  $x^7 + x^5 + x^4 + x^3 + x$

⑪  $x^6 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$

$x^4 + x^3 + x^2 + 1$

Kalan var, hatalıdır

CRC'de hata

düzeltilme

gerekir,

Hata düzeltilir.

$(x^6)^1 \rightarrow$  kalan olduğu için hatalıdır.

CRC'de hata düzeltilme yoktur.

Hata düzeltilmez.

S2. (30P) ADSL DMT frekans spektrumunda, her biri 4000 Hz (standarttaki değeri 4.3125 kHz'dir, işlem kolaylığı için 4000 Hz tercih edilmiştir) band genişliğine sahip ilk 6 kanal ses iletimine, sonraki 32 kanal upstream iletimine ve geri kalan 218 kanal da downstream iletimine tahsis edilmiştir. Sembol başına düşen bit sayısı, farklı kanallarda farklı modülasyon tekniklerinin kullanımına ihtiyaç duymasından dolayı (sinyal zayıflaması nedeniyle) değişken değerlere sahip olabilir.

Bunlara bağlı olarak;

- Upstream'de genel modülasyon için ayrılan 2 kanal haricindeki 20 kanal 2048 QAM, diğerleri ise 1024 QAM olarak modüle edilirse, her kanal için ve toplam upstream bit hızını bulunuz. Her bir farklı modülasyon tekniği kullanan kanal için SNR değerini hesaplayınız.
- Downstream'de genel modülasyon için ayrılan 2 kanal haricindeki 100 kanal 512 QAM, 100 kanal ise 128 QAM ve diğer kanallar 64 QAM olarak modüle edilirse, her kanal için ve toplam downstream bit hızını bulunuz. Her bir farklı modülasyon tekniği kullanan kanal için SNR değerini hesaplayınız.
- Yukarıda bulduğunuz değerlere bağlı olarak Upstream ve Downstream frekans kanalları için kanal başına düşen bit sayısını bir grafik halinde gösteriniz. (x eksen frekans, y eksen bit sayısı).
- Yukarıdaki maddelerde verilenlere göre FDM kullanarak gerçekleştirilen DMT modülasyon tekniği için bütün sistem konfigürasyonunu çizin?

a) 32 kanal - 2 = 30 kanal

ilk 20 kanal  $\Rightarrow$  2, 20 aralığı

$L = 2048 \text{ QAM} \rightarrow L = 2^r = 2048 \quad |r = 11|$

$N = 8 \log_2(1 + \text{SNR}) = 5 \log_2(1 + \text{SNR})$

$S \cdot r = 8 \log_2(1 + \text{SNR})$

$2^r = 1 + \text{SNR} \rightarrow \text{SNR} = 2^r - 1 \text{ ise } 2^{11} - 1$   
 $| \text{SNR} = 2047 |$

$N = S \cdot r = 4000 \cdot 11 = 44000 \text{ bps} = |44 \text{ kbps} = N|$

Kanal sayısı = 20

bit hızı =  $44000 \cdot 20 = 880000 \text{ bps} = |0.88 \text{ Mbps}|$

sonraki 10 kanal  $\Rightarrow$  28 - 32 aralığı

$L = 1024 \text{ QAM} \rightarrow L = 2^r = 1024 \quad |r = 10|$

$\text{SNR} = 2^r - 1 = 2^{10} - 1 \quad | \text{SNR} = 1023 |$

$N = S \cdot r = 4000 \cdot 10 = 40000 \text{ bps} = |40 \text{ kbps} = N|$

Kanal sayısı = 10

bit hızı =  $40000 \cdot 10 = 400000 \text{ bps} = |0.4 \text{ Mbps}|$

Upstream toplam bit hızı =  $0.88 + 0.4 = 1.2 \text{ Mbps}$



2023-2024 But 2.30nu devamı

b) 218 kanal ~~231~~

ilk 100 kanal  $\Rightarrow$  3,102 aralığı

$$L = 512 \text{ QAM} \rightarrow L = 2^r = 512 \quad [r=9]$$

$$\text{SNR} = 2^r - 1 = 512 - 1 \quad [\text{SNR} = 511]$$

$$N = S \cdot r = 4000 \cdot 9 = 36000 \text{ bps} = [36 \text{ Kbps} = N]$$

kanal sayısı = 100

$$\text{bit hızı} = 36000 \cdot 100 = 3600000 \text{ bps} = [3,6 \text{ Mbps}]$$

sonraki 100 kanal  $\Rightarrow$  103-202 aralığı

$$L = 128 \text{ QAM} \rightarrow L = 2^r = 128 \quad [r=7]$$

$$\text{SNR} = 2^r - 1 = 128 - 1 \quad [\text{SNR} = 127]$$

$$N = S \cdot r = 4000 \cdot 7 = 28000 = [28 \text{ Kbps} = N]$$

kanal sayısı = 100

$$\text{bit hızı} = 28000 \cdot 100 = 2800000 \text{ bps} = [2,8 \text{ Mbps}]$$

diğer kanallar  $\Rightarrow$  203-218 aralığı

$$L = \text{QAM } 64 \rightarrow L = 2^r = 64 \quad [r=6]$$

$$\text{SNR} = 2^r - 1 = 64 - 1 \quad [\text{SNR} = 63]$$

$$N = S \cdot r = 4000 \cdot 6 = 24000 \text{ bps} = [24 \text{ kbps} = N]$$

$$\text{kanal sayısı} = \del{118} \quad 218 - 100 - 100 - 2 = 16 \text{ yada } 218 - 203 + 1 = 16$$

kanal sayısı = 16

$$\text{bit hızı} = 24000 \cdot 16 = 384000 \text{ bps} = [0,384 \text{ Mbps}]$$

$$\text{Downstream toplam bit hızı} = 3,6 + 2,8 + 0,384 = 6,784 \text{ Mbps}$$

$$\text{Upstream ve downstream toplam bit hızı} = 1,2 + 6,784 = 7,984 \text{ Mbps}$$

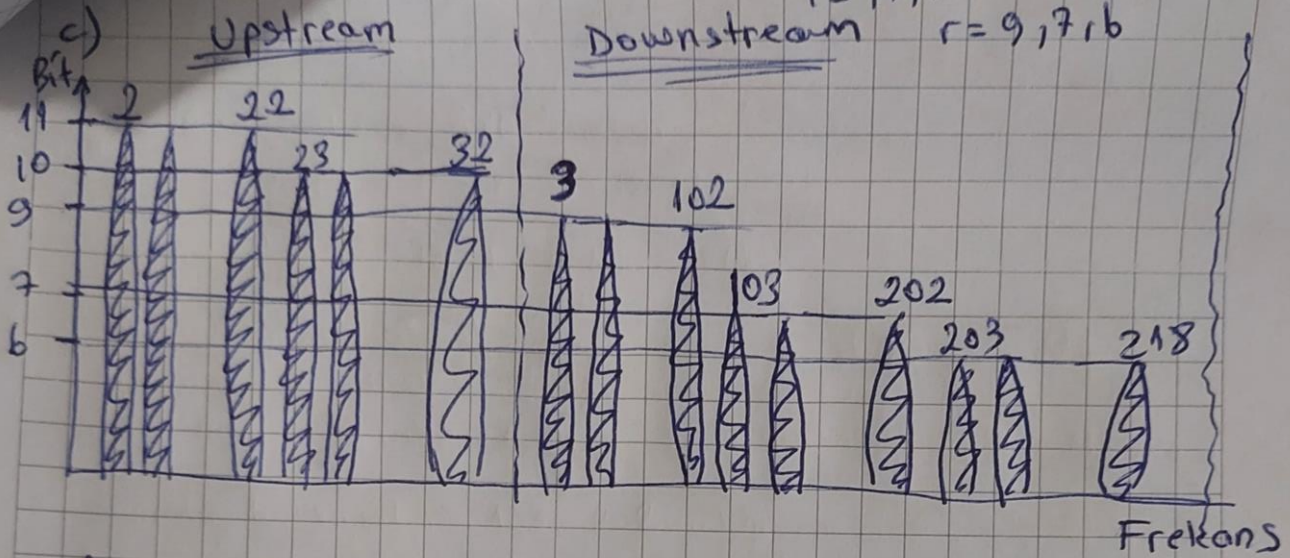
2023-2024 Büt - 2. sonu devar

upstream

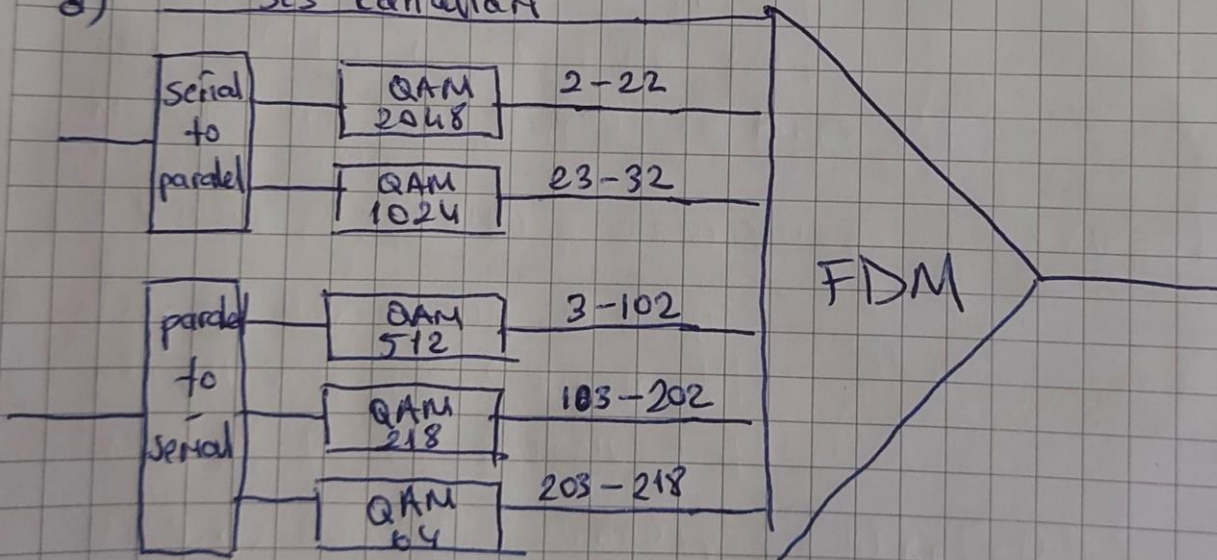
$r = 11, 10$

downstream

$r = 9, 7, 6$



d) Ses kanalları





S3. (25P) 10 Mbps'lik paylaşımlı bir Ethernet ağında 4 düğüm aynı anda hattı boş görüp (T anında) veri göndermek istemektedir. Bu durum sonucunda bir çarpışma meydana gelmekte ve düğümler, çarpışma sonucu kullandıkları İkili Ekspansiyon Geri Çekilme algoritmasına (Binary Exponential Backoff) göre tablodaki rasgele sayıları üretmektedirler. Ayrıca bu düğümler aşağıdaki özelliklere sahiptir:

- 4. düğüm 100 bayt, birinci düğüm 200 bayt, 2. ve 3. düğüm 64 bayt transfer etmektedir. Veri boyutları başlık ve kuyruk dahil verilmiştir.
- Slot zamanı 512 bit zamanından, çerçeveler arası boşluk 96 bitten ve çarpışma (jamming) sinyali de 32 bitten oluşmaktadır.

1ND	2ND	3ND	4ND
1	1	1	0
3	2	2	-
-	5	3	-

Düğüm

4ND
3ND
2ND
1ND

1ND: 1 Nolu Düğüm

T

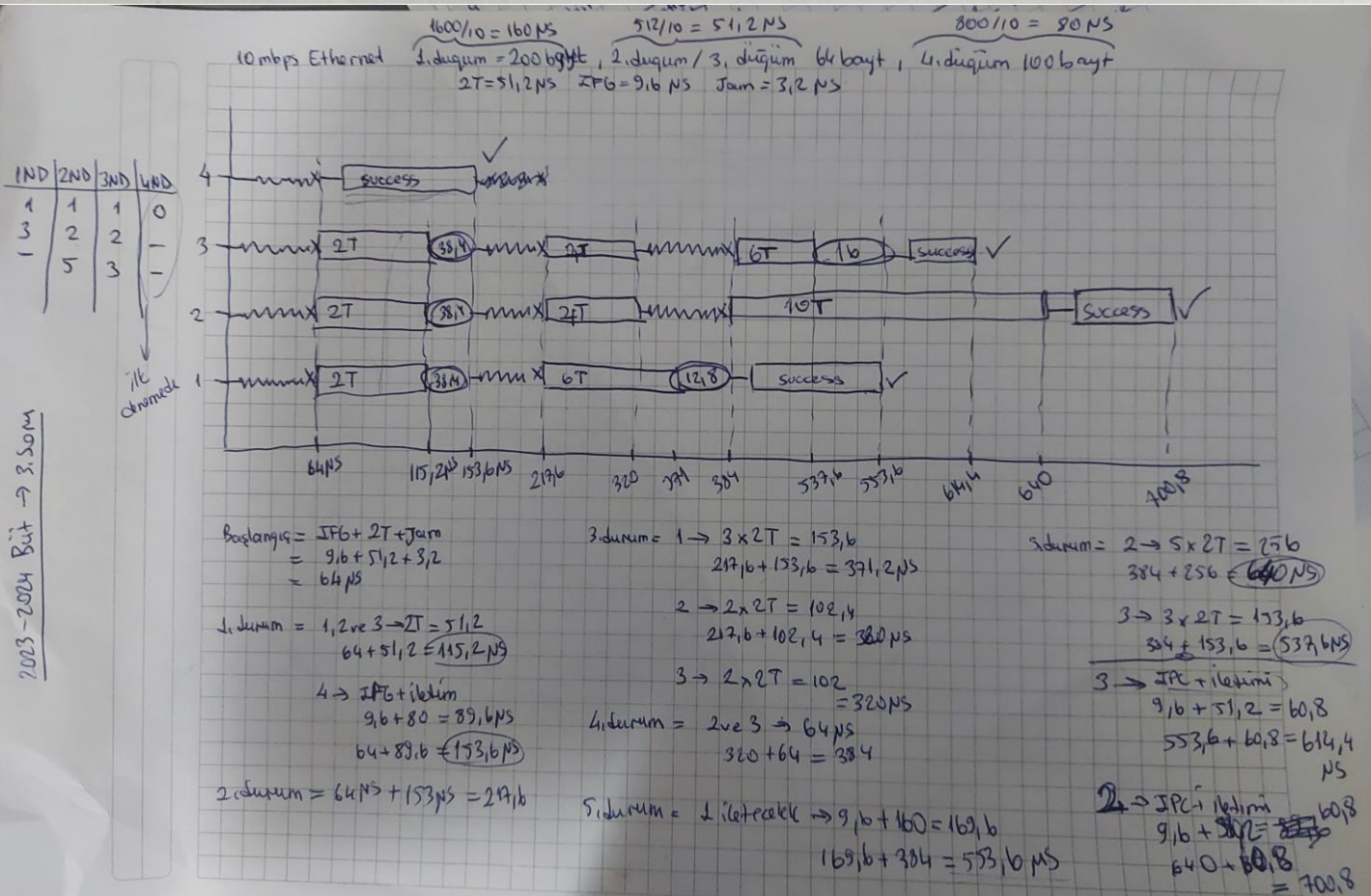
Zaman

Yukarıdaki bilgilere ve tablodaki rastgele üretilmiş sayılara bağlı olarak;

- 4 düğümün geçirdiği evreleri gösteren zaman boyutundaki şeklini çiziniz ve verisini göndermek istediği an (T) ile gönderme işleminin tamamlandığı an arasındaki zaman farkını bulunuz? **LÜTFEN HESAPLAMALARI YAPINIZ, TOPLAYARAK GİDİNİZ ve ZAMAN ÇİZELGESİNİ ANLAŞILIR ÇİZİNİZ. HESAPLAMALARI YAPMAYAN ve ANLAŞILIR ÇİZMEYENLERİN CEVAPLARI DEĞERLENDİRİMEYİ ALINMAYACAKTIR.**
- Her bir düğümün meshgulden dolayı bekleme zamanını bulunuz?

Not1: Soruda istenenleri cevaplayabilmek için Ethernet protokolünün gönderme ve alma algoritmalarını dikkate alınınız!

Not2: İletim hataları ihmal edilip, yayılım gecikmesi önemsenmemektedir. Bu tablo, düğümlerin iletimlerini tamamladıktan sonra tekrar iletim isteklerinin olmadığı ve bu 4 düğüm paketinin de iletimleri tamamlanmadan ağda bulunan diğer düğümlerin iletim isteklerinin olmadığı kabul edilerek hazırlanmıştır.





S4. (25P) Bir TDMA ve FDMA'nın beraber kullanılmak istendiği bir iletişim sistemi tasarlanmak isteniyor. Bu iletişim sistemi özellikleri aşağıda sıralanmıştır:

- 0-750 KHz frekans aralığı gönderim yönünde, 750-1500 KHz frekans aralığı ise alma yönünde 10 farklı kanal için full-duplex iletim modunda FDMA olarak kullanılmak istenmektedir.
- Her bir veri kanalını 10 farklı cep telefonu kullanıcısı zaman düzleminde (TDMA) paylaşmaktadır. Her bir cep telefonu kullanıcısı için kabul edilen bandgenişliği 3 KHz'dir. Sayısallaştırma noktasında sadece PCM kullanılmakta ve her bir örnek 8 bit ile temsil edilmektedir. Ayrıca her bir TDM çerçevesine ek kontrol biti olarak 20 bit ilave edilmektedir.

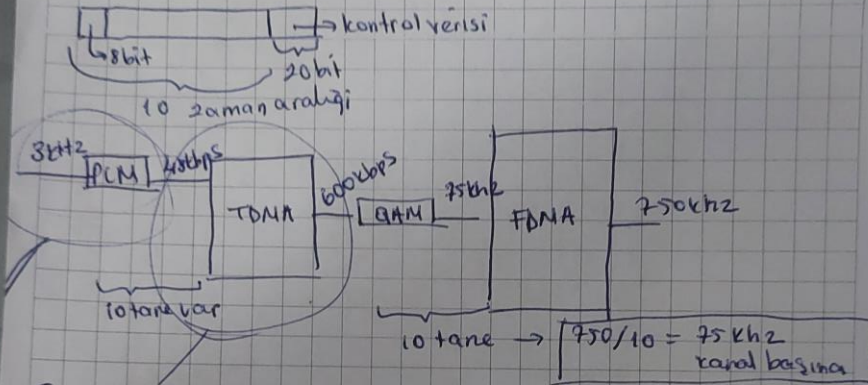
Yukarıda verilen bilgilere bağlı olarak;

- TDMA-FDMA sistemini tasarımı yapınız ve şeklini çiziniz (çizimde sadece gönderme yönünü dikkate alınız)?
- TDM çerçevesinin boyutunu ve çıkış bit hızını bulunuz?
- Sayısal verinin tanımlanan frekans bandından iletebilmesi için kullanılması gereken modülasyon tekniğini belirleyiniz?
- Tasarlanan sistemin desteklediği kullanıcı sayısını bulunuz?

Başarılar, Süre 90 dakika, Prof.Dr. İbrahim ÖZÇELİK, Dr.Öğr.Üyesi Murat İSKEFİYELİ

2023-2024 Büt → 4.500

- ④ 0-750 gönderim, 750-1500 alma 10 farklı kanal FDMA  
10 farklı cep telefonu, bandgenişliği 3 KHz  
sadece PCM her yöne örnek 8 bit  
kontrol biti 20 bit



$$\text{örneklem hızı} = \text{bandgenişliği} \times 2 = 3000 \times 2 = 6000 \text{ örnek/sn}$$

$$\text{PCM çıkış hızı} = \text{örneklem hızı} \times \text{bit sayısı} = 6000 \times 8 = 48000 \text{ bps} = 48 \text{ kbps}$$

$$\text{çerçeve boyutu} = \text{kullanıcı verisi} \times \text{kullanıcı sayısı} + \text{kontrol verisi} = (8 \times 10) + 20 = 100 \text{ bit}$$

$$\text{TDM çıkış hızı} = \frac{\text{çerçeve hızı}}{(\text{örneklem hızı})} \times \text{çerçeve boyutu} = \frac{6000}{6000} \times 100 = 100 \text{ kbps} = 100 \text{ kbps}$$

c) modülasyon tekniği → QAM

$$\text{QAM } 2^8 \rightarrow \text{QAM-256}$$

$$\frac{600}{75} = 8$$

kullanılmış

$$8 \times \rightarrow \rightarrow \times$$

d) kullanıcı sayısı → her TDMA'da 10 kullanıcı x 10 adet TDMA

100 adet kullanıcıyı destekler