

Veri İletişimi

Hafta 3

Yrd.Doç.Dr. İbrahim ÖZÇELİK



VERİ İLETİMİ

Veri iletimi, 4 alt bölümden oluşmaktadır. Bunlar:

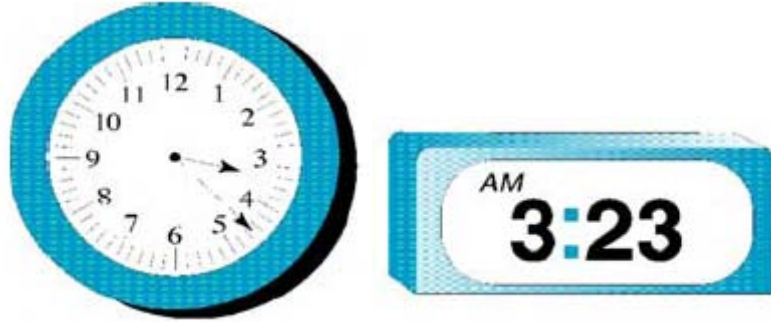
- Sinyaller
- İletim bozulmaları
- Kanal kapasitesi
- İletim ortamları

3.SİNYALLER

3.1 GİRİŞ

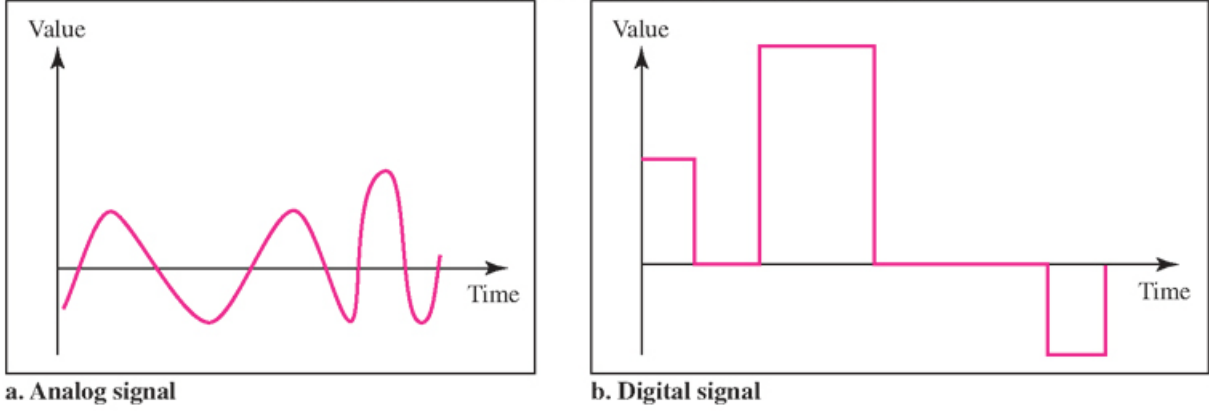
Bir verinin iletim ortamı üzerinden hedefine aktarılması, ilk önce sinyale dönüştürülmesini sonrasında da fiziksel bir ortam (kablo ya da hava) üzerinden iletilmesini gerektirir. Bu aşamalar veri, sinyal ve iletim kavramlarının oluşmasını sağlar. Diğer taraftan aktarılacak veri ya da sinyal zamanda sürekli değişen bir analog veri / sinyal ya da zamanın belirli bir anında sabit bir değere sahip olan sayısal bir veri / sinyal olabilir. Tüm bu durumlarda oluşabilecek alternatifler ve tanımlar aşağıdaki maddelerde özetlenmiştir:

- Veri: Bilgiyi yada anlamı taşıyan birim: Şekil 3.1’de analog ve sayısal kavramların günlük hayatımızda yaygın olarak kullandığımız saat örnekleri sunulmuştur.
 - Analog Veri – Ses, Video
 - Sayısal Veri – 010101 (text, integer)



Şekil 3.1 Analag ve sayısal saatler

- Sinyal : Verinin elektrik yada elektromanyetik gösterilimi
 - Analog Sinyal – Genlik ve sıklığı zamanda sürekli değişken dalga - Sürekli Sinyal
 - Sayısal Sinyal – Genlik ve sıklığı sabit bir seviyeden diğer bir sabit seviyeye değişen sinyal –Ayrık Sinyal
 - Özet olarak analog sinyal belirli bir zaman aralığında sonsuz değere sahip bir sinyali tanımlarken, sayısal sinyal ise sınırlı sayıda değere sahiptir. Veri iletişimde yaygınlıkla periyodik analog sinyal ve periyodik olmayan sayısal sinyal kullanılır. Şekil 3.2’de analog sinyal ve sayısal sinyal örnekleri verilmiştir.



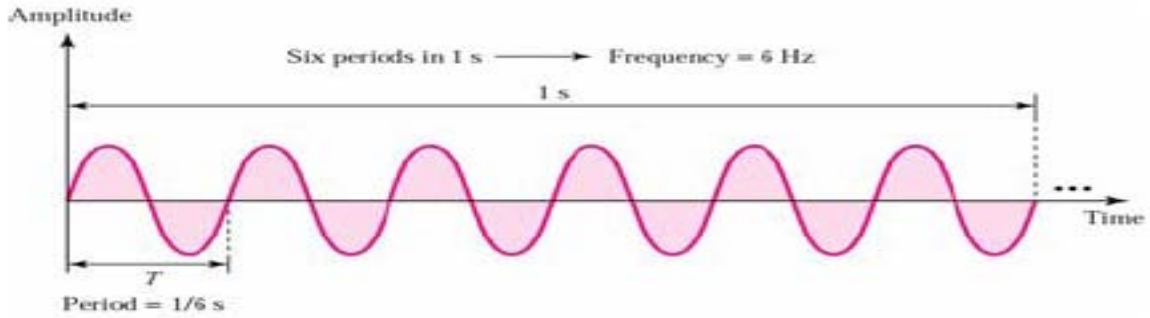
Şekil 3.2 Analog ve sayısal sinyal

- İletim: Sinyallerin yayılması ve işlenmesi vasıtasıyla verinin iletişimi
 - Analog İletim: Analog veya Sayısal verinin analog sinyal vasıtasıyla taşınmasıdır
 - Sayısal İletim: Analog veya Sayısal verinin sayısal sinyal vasıtasıyla taşınmasıdır

3.2 PERİYODİK ANALOG SİNYALLER

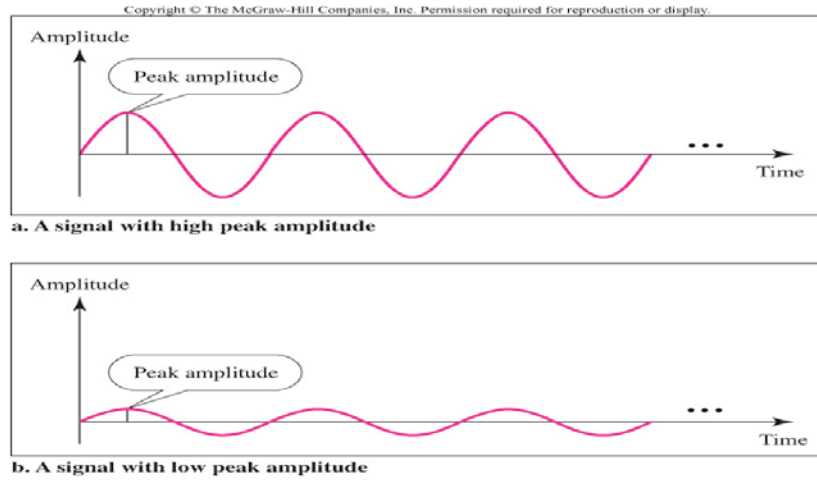
Analog sinyal, frekansa bağlı olarak birçok ortam üzerinden yayılabilen zamanda sürekli değişken elektromanyetik dalgadır (şekil 3.3). Bakır kablo (burulmuş çift, koaksiyel), fiber optik, atmosfer ortamları üzerinden iletilebilirler. Aşağıda analog sinyalle alakalı diğer temel bilgiler verilmiştir:

- Analog sinyaller, analog ya da sayısal veri yayınlayabilir.
- Bir sinüs sinyali (sine), genlik (amplitude), frekans (frequency) ve faz (phase) ile ifade edilir.



Şekil 3.3 Periyodik analog sinyal

Sinyalin tepe genliği (A), zamanla değişen sinyalin maksimum değeri veya gücünü tanımlar (şekil 3.4). Tipik olarak Volt ile ölçülür.

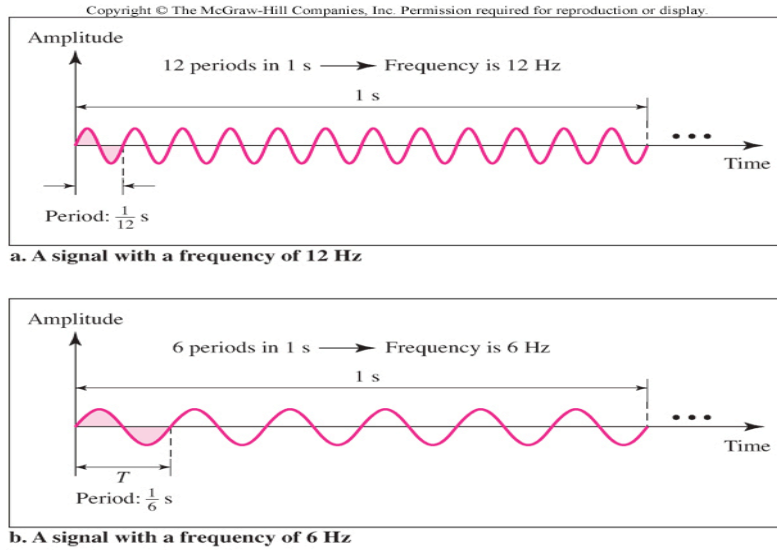


Şekil 3.4 Bir sinüs sinyalinde genlik

Frekans (f) sinyalin değişim hızını ya da saniyedeki tekrarlama sayısını tanımlar. Birimi Hertz (Hz)'dir. Diğer bir deyişle frekans 1 saniyedeki tekrar sayısıdır.

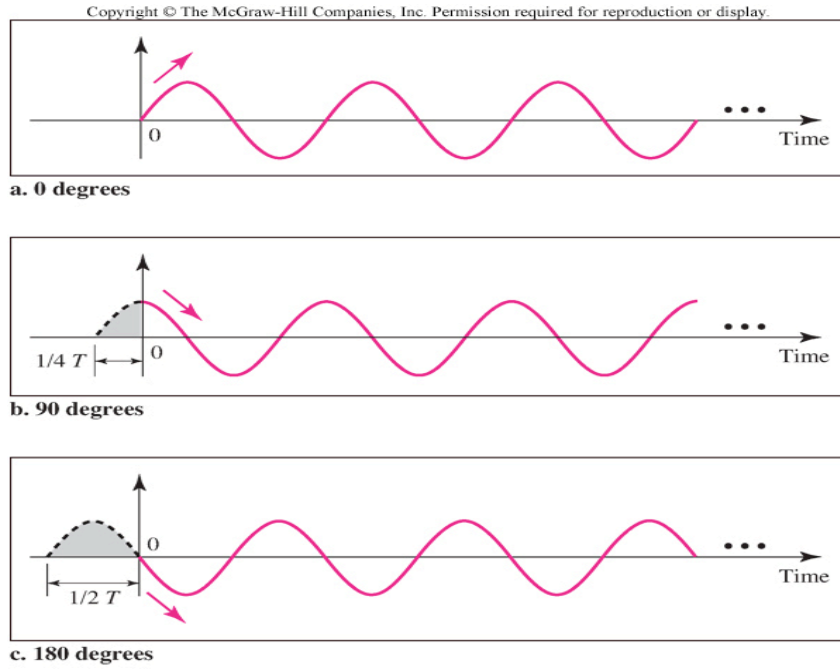
Periyot (T) : Sinyalin bir tekrarlama (cycle) için geçen süreyi tanımlar ($T = 1/f$). Birimi sn'dir.

- Hiç değişmeyen sinyalin frekansı 0 ve periyodu sonsuzdur.
- Aperiyojik sinyal tekrarlayan işaret bulundurmaz.
- Aperiyojik sinyallerde periyot süresi sonsuzdur, frekans değeri sıfırdır.



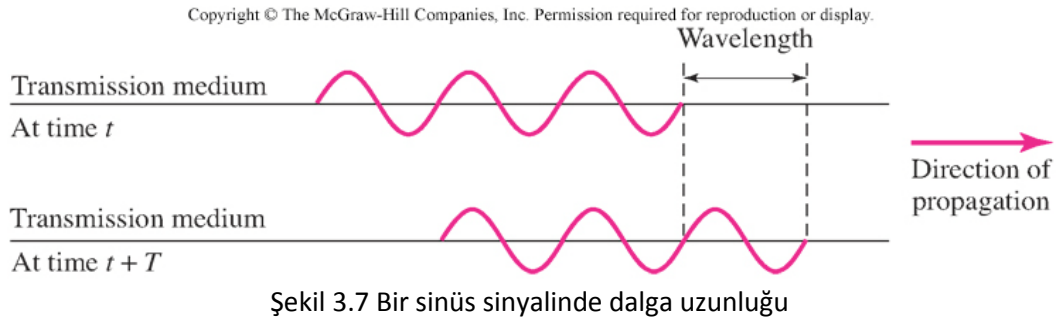
Şekil 3.5 Bir sinüs sinyalinde frekans ve periyot

Faz (ϕ): Tek bir sinyal periyodu içerisindeki zamanın göreceli pozisyon ölçümüdür. Şekil 3.6'da 0° , 90° ve 180° faz açısına sahip sinyaller görülmektedir



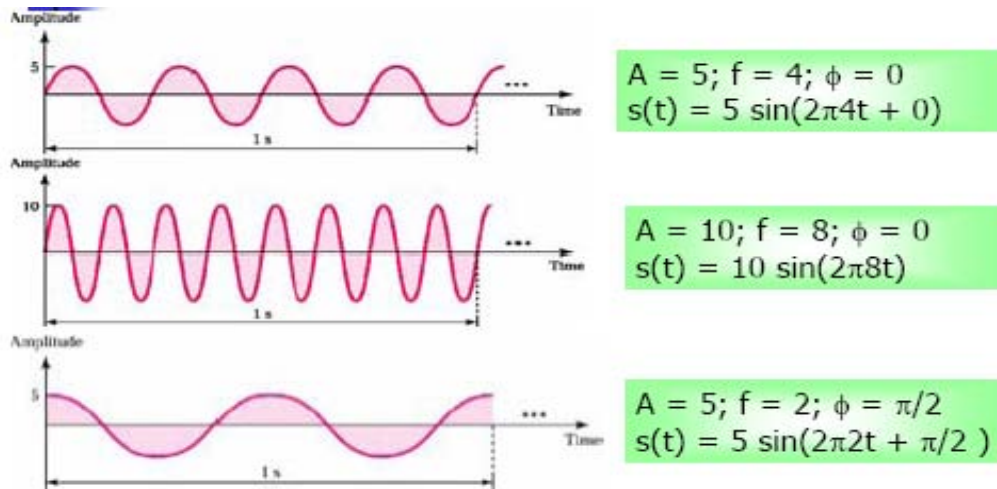
Şekil 3.6 Bir sinüs sinyalinde faz

Dalga Uzunluğu (λ): Bir çevrim zamanı boyunca kat edilen mesafeyi tanımlar (şekil 3.7). Diğer bir deyişle iki ardışık çevrime tekabül eden fazların iki noktası arasındaki mesafedir. Birimi metredir. Sinyal hızını v olarak sayarsak $\lambda = vT \rightarrow \lambda f = v$ ($c = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$ (ışık hızı))



Şekil 3.7 Bir sinüs sinyalinde dalga uzunluğu

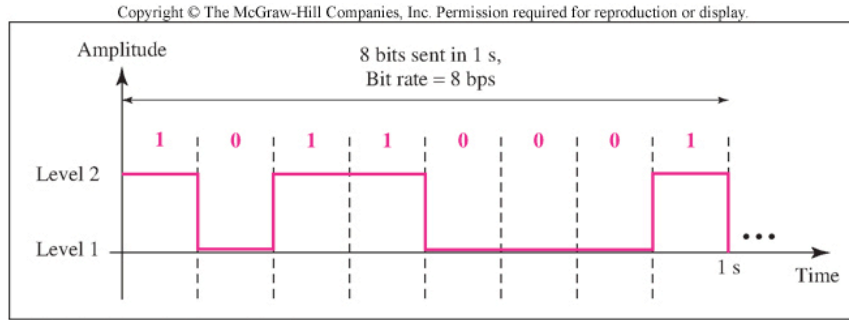
Bir sinüs sinyali, şekil 3.8’de verildiği gibi matematiksel olarak ifade edilir.



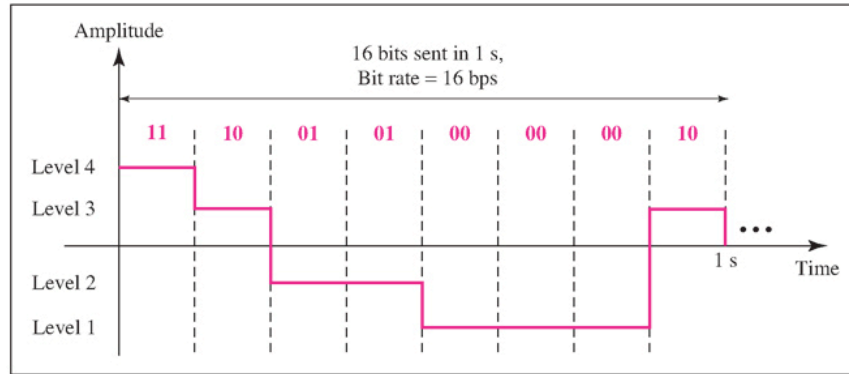
Şekil 3.8 Sinüs sinyalinin matematiksel gösterilimi

3.3 SAYISAL SİNYALLER

Genlik ve sıklığı sabit bir seviyeden diğer bir sabit seviyeye değişen sinyale sayısal sinyal denir. Bakır bir kablo ortamı üzerinden iletilebilen voltaj darbelerinin dizisinden oluşur. Örnek olması açısından iki ve ikiden fazla genliğe sahip olan sayısal sinyaller, şekil 3.9'da verilmiştir. Şekil 3.9.a'da 1 pozitif genlikle (level2), 0 ise sıfır genlikle (level1) gösterilmiştir.



a. A digital signal with two levels

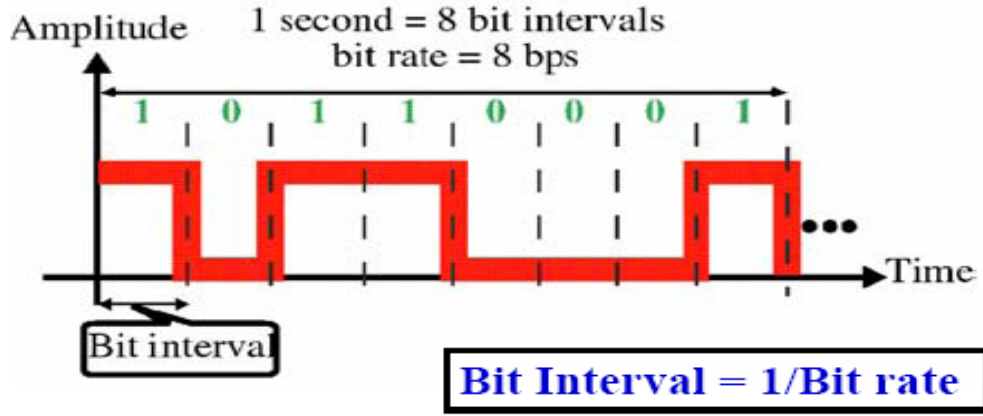


b. A digital signal with four levels

Şekil 3.9 Sayısal sinyaller

Sayısal sinyaller ile alakalı temel bilgiler aşağıda verilmiştir:

- Sayısal sinyaller analog yada sayısal veri yayınlatabilir.
- Genellikle analog sinyalin iletiminden daha ucuzdur.
- Sayısal sinyallerde bit hızı (Bit rate) ve bit aralığı kavramları kullanılır (şekil 3.10). Bit hızı saniyede gönderilen bit sayısıdır, bps olarak ifade edilir. Bit aralığı da bir bitin süresini tanımlar.
 - Örnek: Her sayfada 24 satır ve 80 sütun olan 100 sayfalık dosya 1 saniyede download edilmiştir. Her karakter 8 bit olduğuna göre bit hızı nedir?
Bit hızı = $100 \times 24 \times 80 \times 8 = 1.536.000 \text{ bps} = 1,536 \text{ Mbps}$

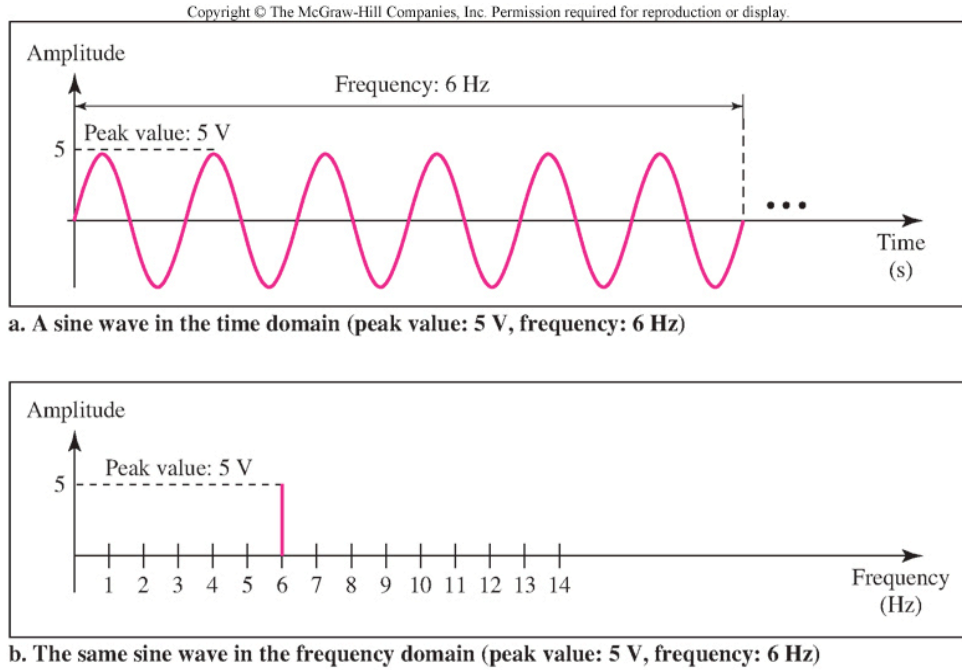


Şekil 3.10 Bit hızı ve aralığı

3.4 ZAMAN VE FREKANS DÜZLEMİ

Sinyallerin sahip oldukları parametreleri yorumlamak ve değerlendirmek için zaman ve frekans düzlemleri kullanılır (şekil 3.11).

- Zaman düzlemi (time-domain) grafiği, sinyalin zamana göre değişimini gösterir. Önceki şekillerde verilen Genlik, Frekans, Faz, Periyot ve Dalga Uzunluğu zaman düzleminde gösterilimi olan kavramlardır
- Frekans düzlemi (frequency-domain) ise frekans ve genlik arasındaki ilişkiyi gösterir.

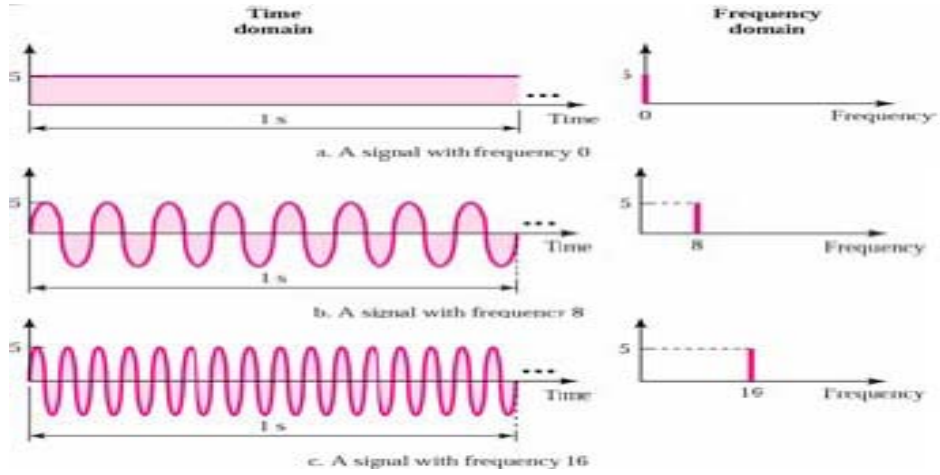


Şekil 3.11 Bir sinüs sinyalinin zaman ve frekans düzleminde gösterilimi

Zaman düzlemi ile alakalı parametreler 3.2 başlığı altında anlatılmıştır. Aşağıda frekans düzlemine ait temel kavramlar verilecektir:

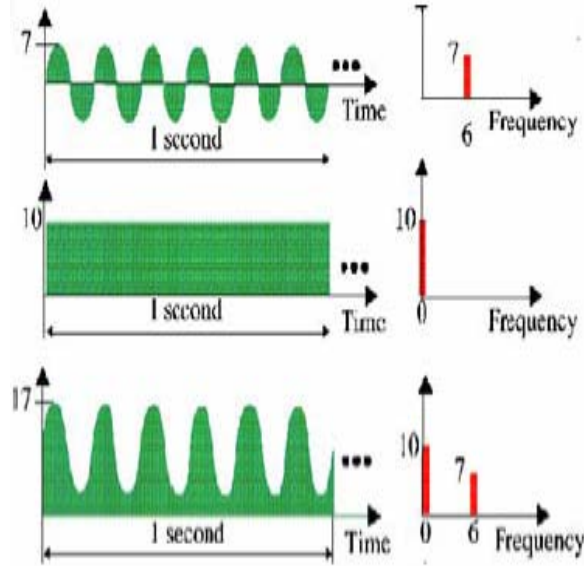
- Sayısal sinyaller sonsuz bandgenişliğine sahip analog sinyallerin birleşiminden oluşur. Bu analog sinyallerin her biri, farklı frekanslara sahip sinüs bileşenleridir. Bundan dolayı; herhangi bir sinyal sinüs dalga bileşenlerinin toplamı (Fourier analizi) olarak gösterilebilir.

- Şekil 3.12’de üç ayrı sinyalin hem zaman domeninde hem de frekans domeninde gösterimleri verilmiştir. En üste verilen sinyal bir DC sinyaldir, genliği 5 ve frekansı 0’dır. Bu sinyale sıfır frekans bileşeni (DC bileşen) denir. Diğer iki sinyalin genlikleri ve fazı aynı, fakat frekansları farklıdır. Hemen sağındaki frekans düzlemi şekillerinde bu farklılık gösterilmektedir.



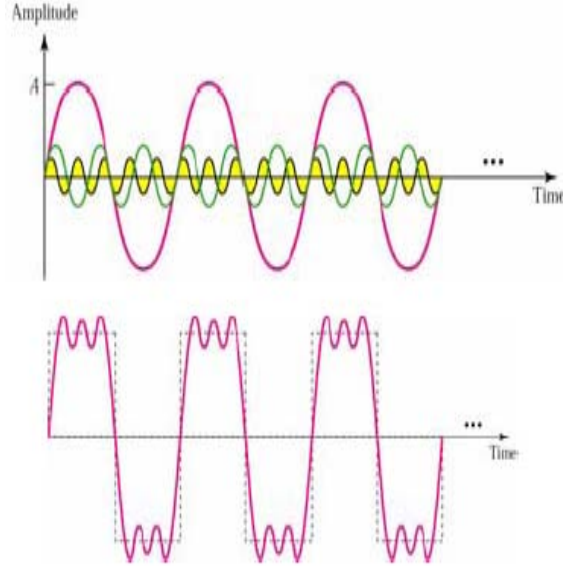
Şekil 3.12

- Şekil 3.13’te biri DC bileşen diğeri sinüs dalgası olan iki farklı sinyal ve bunların birleşimi sonucunda oluşan sinyalin hem zaman düzlemi hem de frekans düzlemindeki şekilleri verilmiştir.



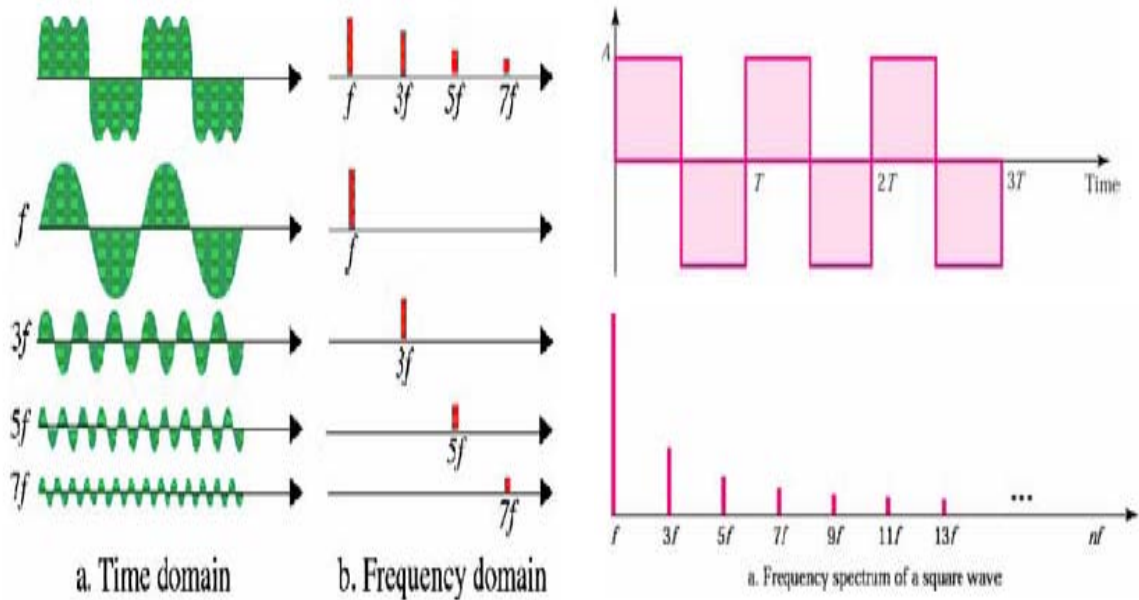
Şekil 3.13

- Şekil 3.14’te üç farklı frekans ve genlik değerine sahip sinüs dalgalarının ayrı ayrı şekilleri ve birleşimleri tek bir zaman düzlemi üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 3.14

- Bir sinyalin tüm frekans bileşenleri bir frekansın tamsayı çarpanı ise, bu frekans temel frekans olarak isimlendirilir. Birleşik sinyal, bir temel frekansın (f) katları olan frekans bileşenlerinin toplamından oluşur ($f + 3f + 5f + 7f + \dots$). Şekil 3.15-a'da, f temel frekansı, $3f$ 3. harmoniği, $5f$ 5. harmoniği, $7f$ de 7.harmoniği gösterir.
- Daha öncede ifade edildiği gibi bir sayısal sinyal, sonsuz bandgenişliğine sahip bir birleşik sinyali tanımlar. Şekil 3.15-b'de de kare dalgası sayısal işareti ve bu işaretin frekans bileşenleri gösterilmektedir.

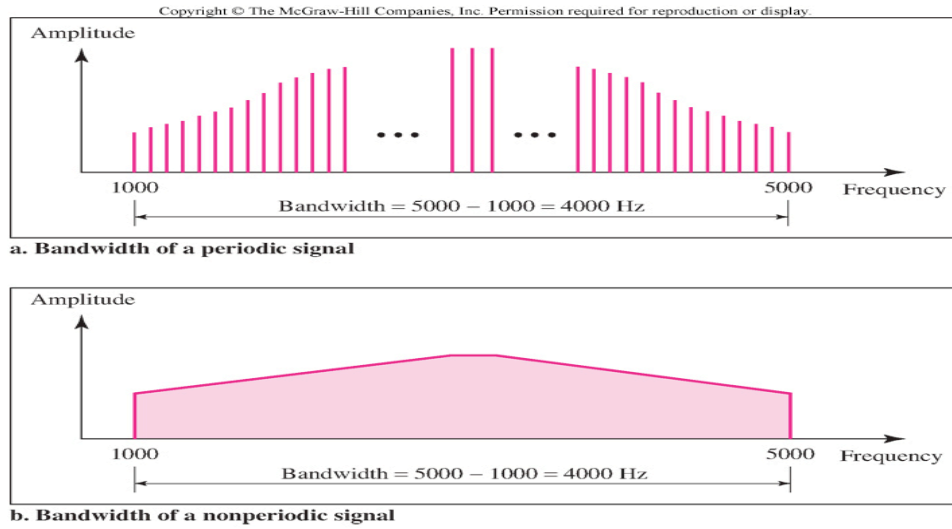


Şekil 3.15 (a-b)

3.5 FREKANS SPEKTRUMU VE BANDGENİŞLİĞİ

Bir sinyalin frekans spektrumu, sinyalin tüm frekans bileşenlerinin toplamıdır. Bandgenişliği (mutlak) de sinyalin sahip olduğu spektrumun genişliğidir (şekil 3.16). Aşağıda frekans spektrumu ve bandgenişliği ile alakalı temel bilgiler verilmiştir:

- Efektif (Anlamlı) Bandgenişliği: Hemen hemen bandgenişliği ile aynıdır ve sinyal enerjisinin çoğunu içeren darbandlı frekans aralığını tanımlar.
- Herhangi bir iletim sistemi sınırlı bir frekans bandına sahiptir. Bu durum taşınabilen veri hızının (saniye başına bit sayısı – bps) sınırını gösterir ve bir sistemin verimini (throughput) açıklamak için de kullanılır.
- Örnek bandgenişliği
 - Speech (Konuşma) bandgenişliği 100Hz - 7kHz
 - Telefon bandgenişliği 300Hz - 3400Hz
 - Video bandgenişliği 4MHz



Şekil 3.16 Frekans spektrumu ve bandgenişliği

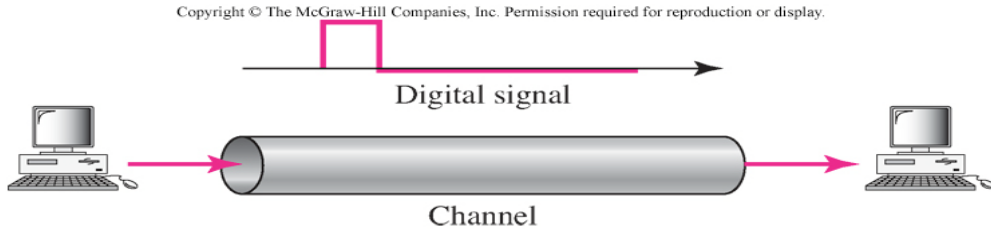
Örnek: Bir sinyal 1000 ve 2000 Hz arasındaki frekans spektrumuna (1000 Hz'lik bandgenişliği) sahiptir. Bir ortam 3000 ile 4000 Hz arasındaki frekansları (1000 Hz'lik bandgenişliği) geçirebilir. Bu sinyal bu ortamdan aktarılabilir mi?

- **Cevap** kesinlikle hayır. Sinyal aynı bandgenişliğine (1000 Hz) sahip olmasına rağmen, spektrum aralıkları birbirine çakışmamaktadır. Ortam sadece 3000 ve 4000 Hz arasındaki frekansları geçirmektedir; sinyal tamamen kaybolur.

3.6 SAYISAL SİNYAL İLETİMİ

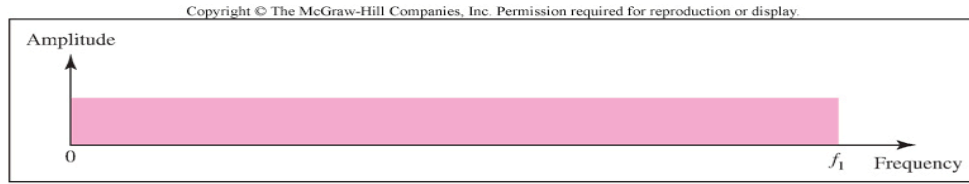
Sayısal sinyal iletimi **baseband (temelband)** veya **broadband (genişband)** modülasyon tekniklerinden biri kullanılarak yapılabilir (şekil 3.17).

- **Baseband (Temelband) İletimi:**
 - Baseband iletimde sayısal sinyal analog sinyale çevrilmeden gönderilir. Bu işlem, baseband modülasyonu ya da hat kodlama olarak tanımlanır.
 - Baseband iletimde low-pass (alçak geçiren) bir iletişim kanalı kullanılır. İletim ortamı sadece bir kanal oluşturur.

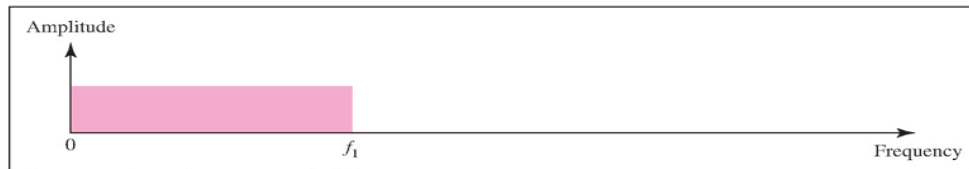


Şekil 3.17

- Baseband iletim, sınırlı bant genişliği (limited bandwidth) ve geniş bant genişliği (wide bandwidth) ile oluşturulan low-pass (alçak geçiren) kanal ile yapılabilir (şekil 3.18).



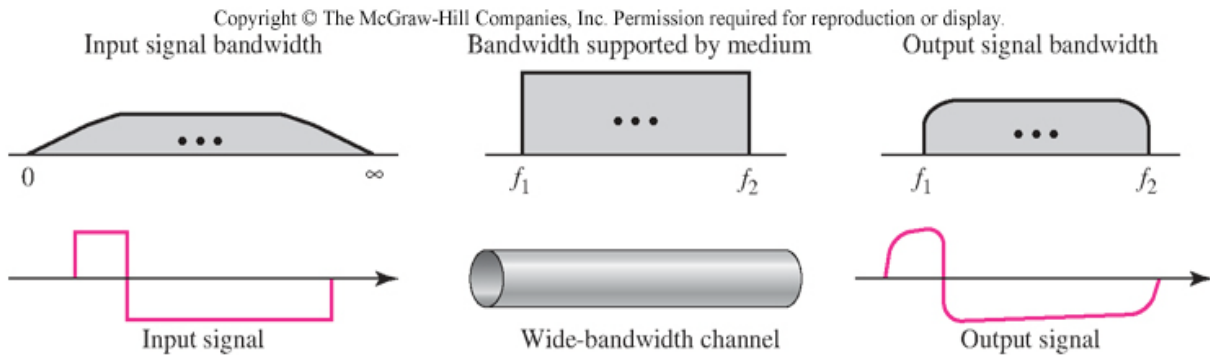
a. Low-pass channel, wide bandwidth



b. Low-pass channel, narrow bandwidth

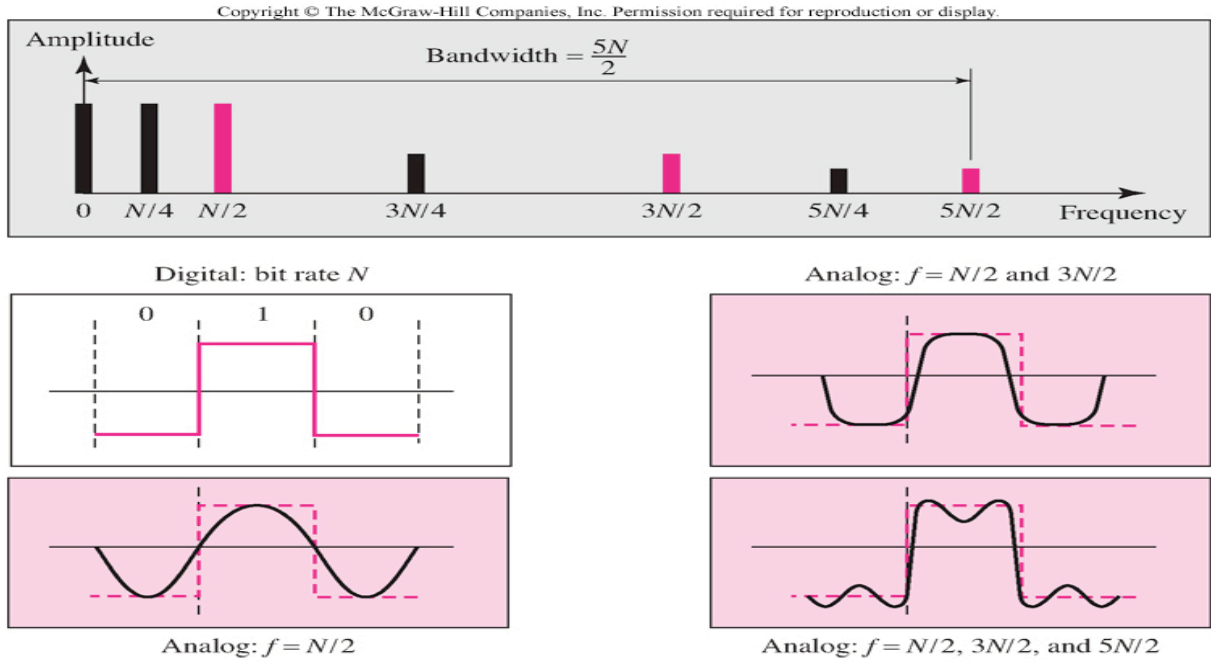
Şekil 3.18

- Geniş bant genişliğine sahip iletim ortamıyla iki cihaz daha iyi haberleşebilir (şekil 3.19).
 - Şekil 3.19'da f_1 sıfıra yakın f_2 ise çok yüksek bir frekanstır.
 - Sayısal sinyalin baseband iletiminde orijinal şekli korunur. Low-pass kanalın 0 ile yüksek bir bant genişliğine sahip olması gerekir.
 - LAN ağlarda bir kanal oluşturulur ve tüm bant genişliği iki cihaz arasındaki iletişime ayrılır.



Şekil 3.19

- Sınırlı bant genişliğine sahip iletim ortamıyla yapılan iletişimde sayısal sinyal, analog sinyallerin birleşimiyle oluştuğundan dolayı yaklaşık bir sayısal sinyal elde edilir. Bundan dolayı analog sinyali orijinal sayısal sinyale daha çok benzetmek için daha fazla harmonik kullanılması gerekir. Yani bant genişliğinin artırılması gerekir (şekil 3.20).

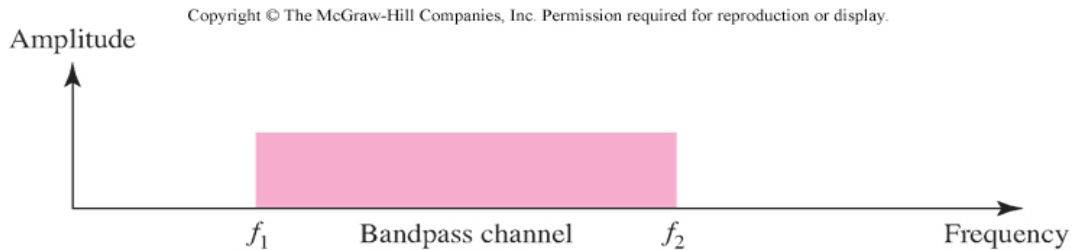


Şekil 3.20

- Baseband iletimde gereken bant genişliği bit hızına bağlıdır. Yani ne kadar yüksek bir hızda veri gönderilmek isteniyorsa o kadar bant genişliğini artırmak gerekmektedir.
- Örnek:** Baseband iletimle 1 kbps hızla veri göndermek için gerekli bant genişliği ne olmalıdır?
 - Low-pass kanal için minimum BW = $N / 2 = 1\text{ kbps} / 2 = 500\text{ Hz}$ (sadece 1.harmonik)
 - Daha iyi BW = $3 * 500\text{ Hz} = 1.5\text{ KHz}$ (1. ve 3. harmonik)
 - 5.Harmonik kullanılırsa BW = $5 * 500\text{ Hz} = 2.5\text{ KHz}$ (1., 3., 5. harmonik)
 - Aşağıdaki tabloda farklı hızlarda veri göndermek için gereken bant genişlikleri verilmiştir

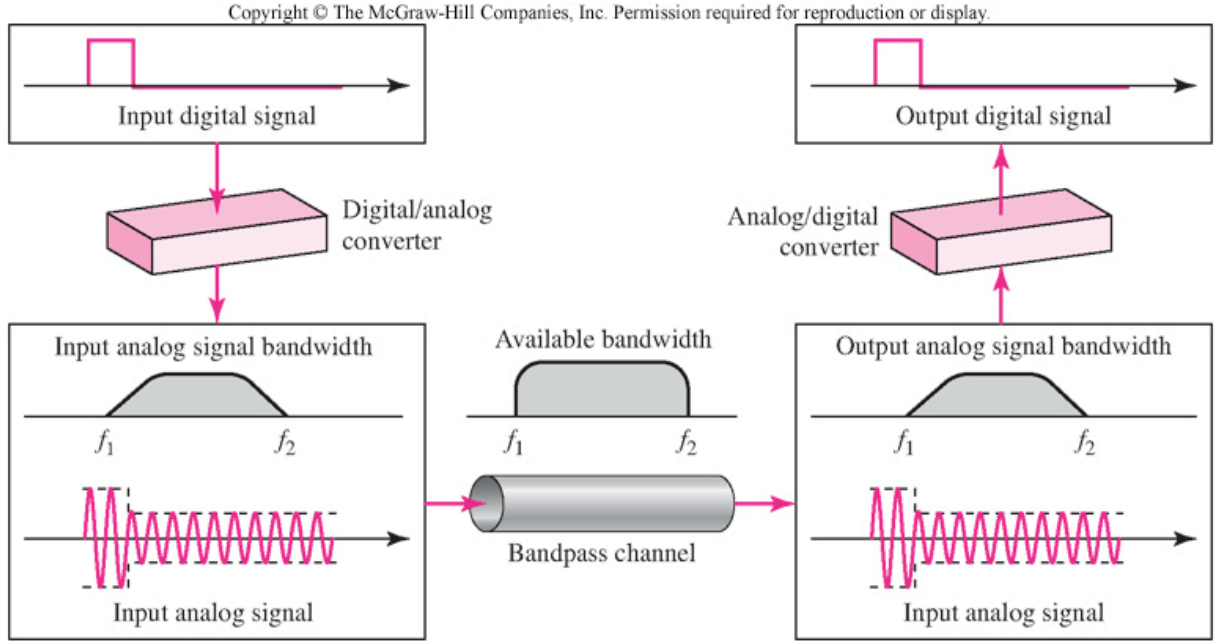
Bit Rate	Harmonic 1	Harmonics 1, 3	Harmonics 1, 3, 5
$n = 1\text{ kbps}$	$B = 500\text{ Hz}$	$B = 1.5\text{ kHz}$	$B = 2.5\text{ kHz}$
$n = 10\text{ kbps}$	$B = 5\text{ kHz}$	$B = 15\text{ kHz}$	$B = 25\text{ kHz}$
$n = 100\text{ kbps}$	$B = 50\text{ kHz}$	$B = 150\text{ kHz}$	$B = 250\text{ kHz}$

- Broadband (Genişband) İletimi:**
 - Broadband iletimde sayısal sinyal modüle edilerek analog sinyale çevrilir. Bu modülasyon (dönüşüm), bant geçiren (passband) bit kanal oluşturmayı sağlar (şekil 3.21).



Şekil 3.21

- Günümüzde kullandığımız telefon sistemleri (PSTN, GSM), TV yayınları ve geniş alan ağ teknolojileri (Frame Relay, ATM) broadband iletme örnektir.
- Broadband iletimde sayısal sinyali analog sinyale dönüştürmek için modem (modulator/demodulator) kullanılır (şekil 3.22).



Şekil 3.22