

T.C.
MİLLİ EĞİTİM BAKANLIĞI



MEGEP

(MESLEKİ EĞİTİM VE ÖĞRETİM SİSTEMİNİN
GÜÇLENDİRİLMESİ PROJESİ)

BİYOMEDİKAL CİHAZ TEKNOLOJİLERİ

BİYOLOJİK İŞARETLERİN SAYISAL İŞLENMESİ

ANKARA 2007

Milli Eğitim Bakanlığı tarafından geliştirilen modüller;

- Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 02.06.2006 tarih ve 269 sayılı Kararı ile onaylanan, Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında kademeli olarak yaygınlaştırılan 42 alan ve 192 dala ait çerçeve öğretim programlarında amaçlanan mesleki yeterlikleri kazandırmaya yönelik geliştirilmiş öğretim materyalleridir (Ders Notlarıdır).
- Modüller, bireylere mesleki yeterlik kazandırmak ve bireysel öğrenmeye rehberlik etmek amacıyla öğrenme materyali olarak hazırlanmış, denenmek ve geliştirilmek üzere Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında uygulanmaya başlanmıştır.
- Modüller teknolojik gelişmelere paralel olarak, amaçlanan yeterliği kazandırmak koşulu ile eğitim öğretim sırasında geliştirilebilir ve yapılması önerilen değişiklikler Bakanlıkta ilgili birime bildirilir.
- Örgün ve yaygın eğitim kurumları, işletmeler ve kendi kendine mesleki yeterlik kazanmak isteyen bireyler modüllere internet üzerinden ulaşılabilir.
- Basılmış modüller, eğitim kurumlarında öğrencilere ücretsiz olarak dağıtılır.
- Modüller hiçbir şekilde ticari amaçla kullanılamaz ve ücret karşılığında satılamaz.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	ii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ- 1	3
1. ANALOG SINYALLERİN SAYISALA ÇEVİRİLMESİ	3
1.1. Analog İşaretlerin Sayısal İşlenmesinde Veri Toplama (ADC Çeviriciler)	3
1.1.1. Yapısı	4
1.1.2. Çeşitleri	5
1.1.3. Kullanım Alanları	11
1.2. Analog İşaretlerin Sayısal İşlenmesinde Veri Süzme	11
1.2.1. Kuantalama (Niceleme).....	11
1.2.2. Sayısal Filtre Çeşitleri	15
1.2.3. Özel Filtreler	21
1.3. Analog İşaretlerin Sayısal İşlenmesinde Bilgi Sıkıştırma Teknikleri	24
1.3.1. Veri Azaltma	25
1.3.2. Parametre Üretme	30
1.3.3. Uyarlayıcı Örneklemeye	30
1.3.4. Kodlama	30
1.4. Analog İşaretlerin Amaca Uygun Sayısal İşleme ve Şekillendirme	30
1.4.1. Mutlak ve Ortalama Değer Alma	31
1.4.2. Şekillendirme	36
1.5. Analog İşaretlerin Sayısal İşlenmesinde Parametre(Öznitelik) Bulma	37
1.5.1. Biyolojik İşaretlerin Parametreleri	37
1.6. Biyolojik İşaretlerin Sınıflandırılması	38
1.6.1. Belirgin İşaretler	39
1.6.2. Rastgele İşaretler	39
UYGULAMA FAALİYETLERİ	40
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	48
ÖĞRENME FAALİYETİ- 2	49
2. SAYISAL SINYALLERİN Analoga Çevrilmesi	49
2.1. Sayısal İşaretlerin Analog İşlenmesinde Veri Toplama (DAC ÇEVİRİCİLER).....	49
2.1.1. Yapısı	50
2.1.2. Çeşitleri	51
2.1.3. Kullanım Alanları	55
2.2. Sayısaldan Analoga Dönüştürülen Sinyallerin Kullanımı	55
2.2.1. Uyarı Sinyalleri.....	56
2.2.2. Simülasyon Sinyallerinin Elde Edilmesi	60
2.2.3. Biyomedikal İşaretlerin Sayısal İletimi	62
2.2.4. Modemler	64
2.2.5. Kullanım Amaçları	83
UYGULAMA FAALİYETLERİ	84
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	90
MODÜL DEĞERLENDİRME.....	91
CEVAP ANAHTARLARI	93
ÖNERİLEN KAYNAKLAR	94
KAYNAKÇA	95

AÇIKLAMALAR

KOD	522EE0158
ALAN	Biyomedikal Cihaz Teknolojileri
DAL	Alan Ortak
MODÜL	Biyolojik İşaretlerin Sayısal İşlenmesi
MODÜLÜN TANIMI	Öğrenciye; Biyolojik işaretlerin sayısal işlenmesinde kullanılan temel devre teknolojilerinin çalışmasını ve yapısını kavrama, deneysel devreleri yaptırarak giriş ve çıkış sinyal şekillerini gözleme becerisini kazandıracak olan öğretim materyalidir.
SÜRE	40 / 24
ÖN KOŞUL	
YETERLİLİK	Biyolojik işaretlerin sayısal işlenmesinde DA/AD uygulamaları yapmak.
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Gerekli ortam sağlandığında biyolojik işaretlerin sayısal işlenmesinde kullanılan DAC ve ADC sayısal dönüştürücü uygulamalarını deney boardları üzerinde yapacak, giriş ve çıkış sinyallerini gözlemleyebilecek ve çalışmasını analiz edebileceksiniz. Amaçlar Ø Analog sinyallerin sayısal çevrilmesi devresinin uygulamasını yapabileceksiniz. Ø Sayısal sinyallerin analoğa çevrilmesi devresinin uygulamasını yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam Sınıf, atölye, laboratuvar, işletme, ev, vb, kendi kendinize veya grupla çalışabileceğiniz tüm ortamlar. Donanım El Aletleri, Devre Malzemeleri, Deney Bordu, Ölçü Aleti, Osilaskop, Güç Kaynağı, Sinyal Jeneratörü
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modülün içinde yer alan herhangi bir öğrenme faaliyetinden sonra, verilen ölçme araçları ile kendi kendinizi değerlendireceksiniz. Modül sonunda öğretmeniniz tarafından teorik ve pratik performansınızı ölçme teknikleri uygulayarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek değerlendirileceksiniz.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Bu modülde biyolojik sinyallerin analog formdan sayısala ve sayısal formdan analoga çevrilmesi için kullanılan temel devrelerin uygulaması yaptırılacaktır. Bu temel devrelerin uygulaması yanında sayısal sinyal işleme ile ilgili diğer yardımcı sayısal devreler hakkında bilgilerde verilecektir.

Bilindiği gibi fiziksel sinyallerin birçoğu analog yöntemlerle ve elemanlarla ölçülmektedir. Bu durum biyomedikal alanda da aynıdır. Fakat cihazlar aldıkları bu analog sinyallerin sonucunu kullanıcıya genelde sayısal yöntemlerle aktarırlar. Sayısal olarak girilen verileri analog olarak kullanıcıya aktaran sistemlerde mevcuttur. Örneğin dijital tansiyon cihazlarında kalp atışlarının oluşturduğu basınç ölçülür, fakat cihaz ekranında bu değer sayısal olarak verilir. Örnekleri çoğaltmak mümkündür. Biyomedikal cihazların çoğunda bu sistem karşımıza çıkacaktır. Bundan dolayı bu uygulamaların ve yapının iyi anlaşılması meslek hayatınız için önem taşımaktadır.

Bu modülün iyi anlaşılması ve uygulamaların başarılı bir şekilde yürütülmesi için el becerilerinin yeterli seviyede olması ve sayısal elektronik konularına hakim olunması önemlidir. Bu konularda eksikğiniz varsa önceki ilgili modülleri gözden geçirmeniz yararınıza olacaktır. Uygulama esnasında yardım ve bilgi almaktan çekinmeyiniz. Modül içindeki uygulama yönergelerini özümseyerek işinizi yapmanız tavsiye edilir.

Bu modülde size anlatılacak olan konu ve uygulamalar basit yapıya sahip, anlaşılır ve temel bilgilerdir. Bu modülü başarı ile tamamladığınızda karşınıza çıkabilecek daha komplike sistemlere daha kolay adapte olabileceksiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ- 1

AMAÇ

Analog sinyallerin sayısalaya çevrilmesi devresinin uygulamasını yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Ø Bulduğunuz ortamdaki elektronik cihazlarda sayısal göstergeler arayınız. Mevcut cihazların gösterge devrelerini inceleyiniz.
- Ø İlgili teknik servisleri gezerek analog-sayısal (ADC) çevirici devreleri içeren cihazların şemalarında ilgili bölümleri sorarak inceleyiniz.
- Ø Katalog ve devre şemalarından ADC devre elemanlarını tespit ederek yapılarını inceleyiniz.
- Ø ADC devrelerin çalışması ve kullanım alanları hakkında ilgili kurumlardan ve sanal ortamdan faydalanarak kaynak taraması yapınız.
- Ø Topladığınız bilgi ve dokümanları rapor haline getiriniz.
- Ø Hazırladığınız raporu atölyede tartışınız.

1. ANALOG SİNYALLERİN SAYISALA ÇEVİRİLMESİ

1.1. Analog İşaretlerin Sayısal İşlenmesinde Veri Toplama (ADC Çeviriciler)

Basınç, sıcaklık, ağırlık, hız gibi fiziksel değişimi veya akım, gerilim, frekans gibi analog elektriksel büyüklüklerin, 0 ve 1 gibi sayısal verilere dönüştürmeye “Analog-Sayısal çevirme” ve bu çevirmeyi yapan devrelere de ADC (Analog-Sayısal çevirici) devreleri denir.

Sayısal sistemlerde çoğunlukla giriş bilgisi olarak analog sinyaller kullanmak kaçınılmazdır. Kullanıcının sonuç çıktılarını rakamsal yada alfa nümerik olarak alması için giriş sinyallerinin sayısal sisteme çevrilmesi gerekir. Bu amaçla ADC çevirici devreleri kullanılır.

Fiziksel değişimlerden elde edilen analog işaretler örneklenir, ayrık forma dönüştürülür ve elde edilen işaretler kuantalama işlemine tabi tutulur. Dönüştürme esnasında örtüşme ve gürültü oluşturabilecek frekans bileşenlerini yok etmek için, örnekleme frekansını işaret frekansının 2,5 katı olacak şekilde ayarlanması gerekir. Bu orana örnekleme oranı denilmektedir. Daha gürültüsüz dönüştürme işlemleri için daha yüksek oranlar seçilebilir. ADC'nin örnekleme frekansı önceden belirlenmiş yada sabitse, dönüştürülecek işaretin frekans bileşeni analog filtreler yardımıyla olması gereken değere ayarlanır. Analog işaretin bir kısmı, kuantalama seviyesinin altında kalacağından dolayı veri kaybı yaşanmaktadır. Oluşan veri kaybından dolayı biyolojik işaretlerin ölçümünde veri toplanması 1024 kuantalama adımı (10 bit) yeterli olmaktadır. Bu da yaklaşık 5 mV'luk bir hata payı oluşturur. Daha yüksek hassasiyet gerektiren çevirme işlemlerinde bit sayısı 12 olarak seçilebilir.

Çevirim tekniğine göre, ADC çeviriciler iki genel gruba ayrılırlar. Birinci grubun dayandığı teknik, uygulanan bir analog sinyalin, ADC içinde üretilen eş bir sinyal ile karşılaştırılmasına dayanır. Ardışıl yaklaşımlı (sayma metodlu) ,sayaç(counter), ve flaş(flash) türündeki çeviriciler bu gruba girer. İkinci teknikte, analog sinyal, frekans veya zaman parametrelerine çevrilir. Bu yeni parametreler, bilinen değerlerle karşılaştırılır. Op-amp'li karşılaştırıcı, integral alıcı (integratör) gerilim-frekans çeviricileri bu gruba dâhildir. Ardışıl yaklaşımlı ve flaş tipinde olan ADC ler integral alıcı ve frekans-gerilim çeviricilerine göre daha hızlıdır; fakat çevirim doğrulukları daha azdır. Ayrıca flaş tipi pahalıdır ve yüksek doğruluk için tasarımı zordur. En yaygın olarak ardışıl yaklaşımlı ve integral alıcı çeviriciler kullanılmaktadır.

1.1.1. Yapısı

Analog işaret sayısala çevrilirken örnekleme yapılır. Belli bir analog gerilim aralığı sayısal bir değere karşılık gelir. Her gerilim değeri için sayısal karşılık verilmesi çok karmaşık ve maliyet açısından yüksek olacağından sayısal karşılıklar gerilim aralığına hitap eder. Bu nedenle hata olması kaçınılmazdır.

ADC çeviricilerin en önemli özellikleri,

- Ø Çözünürlük
- Ø Çevrim süresi
- Ø Doğruluk

Şeklinde sıralanabilir.

- Çevirici çıkışının giriş değerine verdiği tepkiye çözünürlük,
- girişe göre çıkışın beklenen durumu alma süresine çevrim süresi,
- girişe göre çıkıştan elde edilmesi beklenen teorik çıkışla, elde edilen çıkışın karşılaştırılmasına doğruluk , denir.

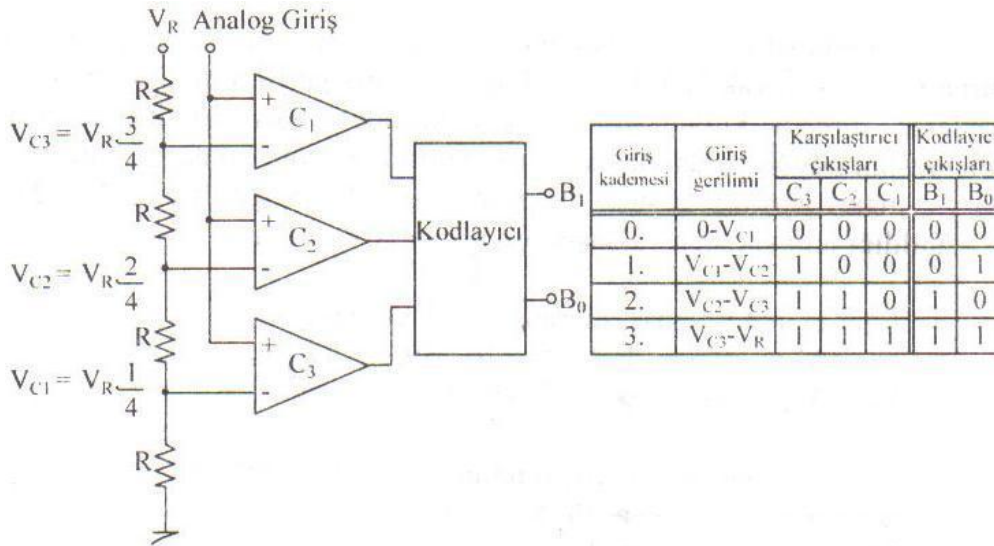
ADC devrelerinde örnekleme işlemi op-amp'lı karşılaştırıcı ve integratör devresi ile gerçekleştirilir. Hassasiyet gerekmeyen çevrimlerde karşılaştırıcı temelli devreler, hassasiyet gerektiren çevrimlerde ise integratör devresi tercih edilmektedir. İntegratör örnekleme yapılan çeviriciler piyasada entegre paket halinde bulunmaktadır. Örnekleme işleminden sonra ise kodlayıcı, kod çözücü, kaydırmalı kaydedici gibi sayısal devreler çevrim aşamasının son halini vermektedir. Devre yapısı ile ilgili ayrıntılar ADC çevirici çeşitleri konusunda detaylı anlatılacaktır.

1.1.2. Çeşitleri

1.1.2.1. Paralel Karşılaştırıcılı (Flash) ADC Çevirici

Şekil 1.1 de paralel karşılaştırıcılı iki bitlik ADC devresi görülmektedir. Devrede üç adet op-amp'lı karşılaştırıcı ve kodlayıcı devresi kullanılmıştır. Çevrilecek olan analog sinyal lop-amp'ların + girişine ve aynı anda paralel olarak uygulanmaktadır. Referans gerilimi(V_R) ise gerilim bölücü dirençler üzerinden – girişlere uygulanmıştır. V_R gerilimi örnekleme gerilimin maksimum değeri olmalıdır. Gerilim bölücü direnç değerlerinin eşit olması referans gerilim aralıklarının eşit olmasını sağlamaktadır. Op-amp'ların referans değerleri;

$$V_{C3} = V_R \cdot \frac{3}{4} \quad V_{C2} = V_R \cdot \frac{2}{4} \quad V_{C1} = V_R \cdot \frac{1}{4} \text{ şeklinde hesaplanır.}$$



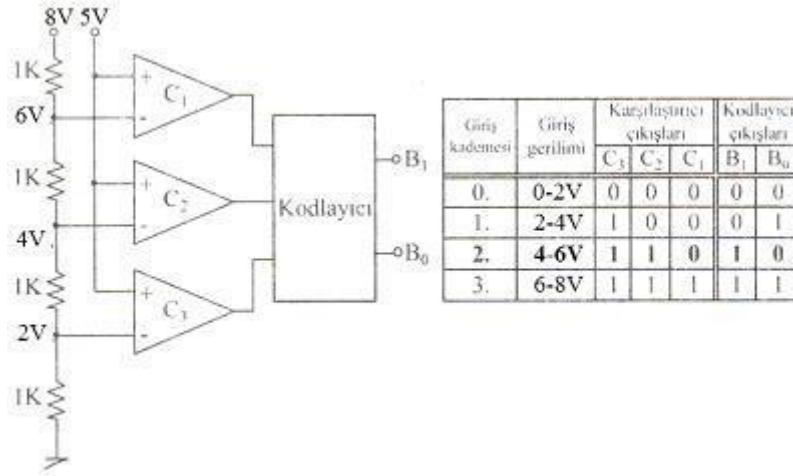
Şekil 1.1: İki bitlik karşılaştırıcılı ADC çevirici

Karşılaştırıcı çıkışları giriş ve referans gerilimlerinin durumlarına göre $+V_{cc_{op-amp}}$ (1) yada 0 V (0) olur. Kodlayıcı devresi de op-amp'lardan gelen gerilim değerlerini iki bitlik sayısal veriye dönüştürür. Op-amp sayısı artırılarak ve kodlayıcı devresinde gerekli düzenlemeleri yaparak daha fazla bit sayısı veya hassasiyet elde etmek mümkündür. Ayrıca direnç değerleri uygun şekilde değiştirilerek örnekleme gerilim aralıkları değiştirilebilir.

Devrenin çalışması:

Op-amp'lı karşılaştırıcı devresinde + girişteki gerilim - girişteki gerilimden büyükse op-amp çıkışı $+V_{cc_{op-amp}}$, küçükse 0 V olur. Burada da analog gerilim değeri V_{C1} 'i geçtiğinde C1 çıkışı 1, V_{C2} 'yi geçtiğinde C2 çıkışı 1, V_{C3} 'ü geçtiğinde ise C3 çıkışı 1 olur. Bu çıkışlar da basit bir kodlayıcı devresi yardımıyla iki bitlik sayısal veriye dönüştürülür. Kodlayıcı şekil 1.1 de görüldüğü gibi üç girişli iki çıkışlı olacak şekilde tasarlanmıştır. İstenen giriş ve çıkış sayısına göre değişik tasarımlar yapılabilir.

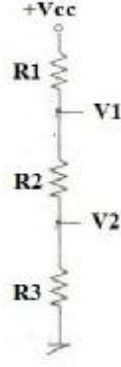
Örnek:



Şekil 1.2: Örnek karşılaştırıcılı ADC devresi

Şekil 1.2 deki devrede görüldüğü gibi referans gerilim değerleri sırasıyla $V_{C1}=8.3/4=6V$, $V_{C2}=8.2/4=4V$, $V_{C3}=8.1/4=2V$ olarak hesaplanır. Analog sinyalinin o anki değeri 5 V'dur. Yani $5V > V_{C3}$, $5V > V_{C2}$ ve $5V < V_{C1}$ olduğunu görmekteyiz. V_{C3} çıkışı 1 ($+V_{cc_{op-amp}}$), V_{C2} çıkışı 1 ($+V_{cc_{op-amp}}$) ve V_{C1} çıkışı 0 V olacaktır. Bu değerler kodlayıcı çıkışında tabloda da görüldüğü gibi 1 0 sayısal değerini işaret etmektedir. Sonuç olarak analog sinyalimiz olan 5V, sayısal devrelerimizde karşılığı olan 1 0 olarak işlem görecektir.

Hatırlatma: Gerilim bölücü dirençler.



Şekil 1.3: Gerilim bölücü dirençler

Gerilim bölücü dirençlerin bağlantı noktalarındaki gerilimlerin hesabı aşağıdaki gibi yapılmaktadır.

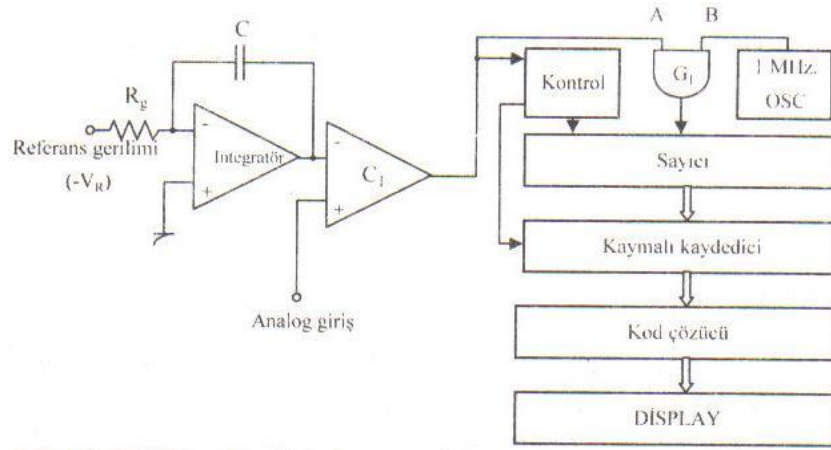
$$V1 = V_{cc} \cdot \frac{R1 + R2}{R1 + R2 + R3}$$

$$V2 = V_{cc} \cdot \frac{R3}{R1 + R2 + R3}$$

şeklinde hesaplanır. Direnç ve gerilim noktası arttıkça formül uygun şekilde geliştirilmelidir.

1.1.2.2. Tek Eğimli Sayma Metotlu ADC Çevirici

Tek eğimli sayma metotlu ADC çeviricinin örnekleme kısmı integratör ve karşılaştırıcı devresinden oluşmaktadır. Daha sonraki bölümde osilatör, kontrol devresi, sayıcı, kaydedici ve kod çözücünden oluşan dijital devre yer almaktadır. Burada osilatör sayıcıyı clock pulsini sağlamaktadır. Kontrol devresi ise kaydedicideki son bilgiyi kod çözücüye ve displaye aktarmakla yükümlüdür. G1 kapısı ise karşılaştırıcı çıkışındaki değer durumuna göre sayma işlemini keser ya da izin verir. Şekil 1.4 de örnek devre şeması görülmektedir.

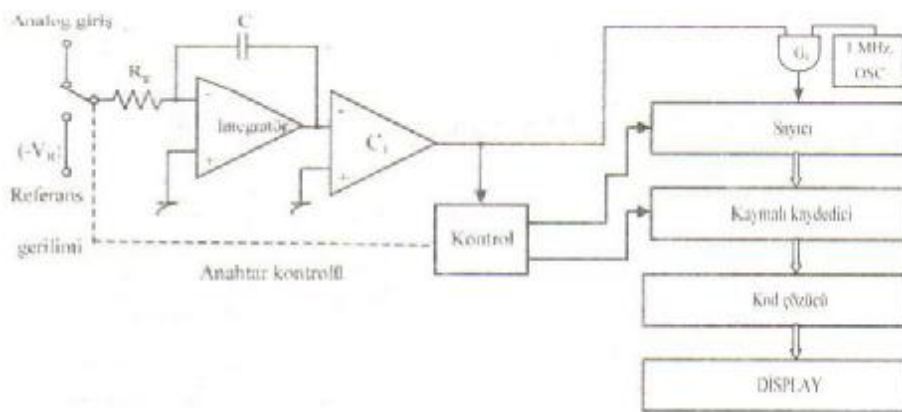


Şekil 1.4: Tek eğimli sayma metotlu ADC devresi

Devrenin çalışması:

Çevrilecek olan analog sinyal C_1 in + girişine uygulanır. İntegratör çıkışı 0 iken, - girişteki analog sinyal + ucundaki gerilime göre daha pozitif olacağından C_1 çıkışı 1 olacaktır. G_1 kapısının A girişi de böylelikle 1 olur. B girişine bağlı olan 1 MHz'lik osilatörde üretilen clock pals G_1 üzerinden sayıcı sisteme gönderilir. İntegratör çıkışındaki referans rampa gerilimi analog gerilimi aştığında C_1 çıkışı 0 olur ve A girişi 0 olacağından G_1 üzerinden geçen clock pals kesilir. Eş zamanlı olarak kontrol devresi de uyarılarak kaydedici çıkışı kod çözücü devre aracılığı ile displayden okunur. Örneğin analog girişe 1 V uygulandığında rampa gerilimi 1 V oluncaya kadar sayıcımız sayar. İntegratör çıkışı 1 V olduğunda sayma işlemi son bulur ve displayden sayısal değer okunur. Bu arada geçen zaman 1 msn ise sayılan pals 1000 olacaktır. $1 V=1000$ gibi.

1.1.2.3. Çift Eğimli Sayma Metotlu ADC Çevirici



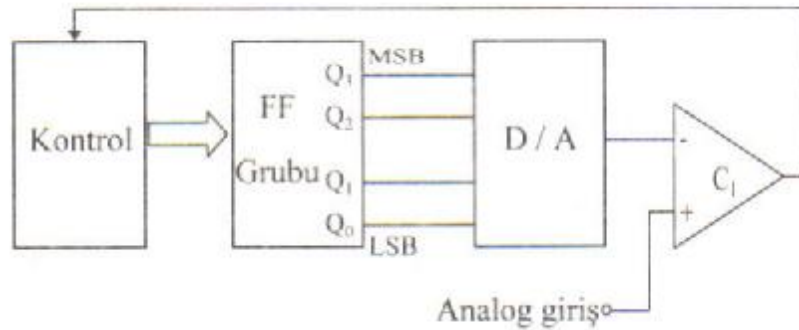
Şekil 1.5: Çift eğimli sayma metotlu ADC çevirici

Analog sinyal ilk integral devre girişine uygulanır. İntegral devre çıkışı pozitif analog sinyal uygulandığında çıkışı negatif değerde olur. Çevirim işlemi için kontrol devreleri otomatik olarak integral girişini referans gerilimine yönlendirir ve integral çıkışının tekrar sıfıra ulaşınca kadar geçen süre içerisinde geçişine izin verilen clock pals sayısı analog sinyal değeriyle orantılıdır.

Devrenin çalışması:

Analog sinyal integral çıkışında negatif rampa gerilimi oluşturur. Negatif sinyal C_1 in - ucuna geldiğinde çıkış 1 olur. 1 MHz'lik clock pals G_1 üzerinden sayıcı sisteme uygulanır. Sayıcı sistem sabit değerler üretmeye başlayınca kontrol devresi sayma işlemini resetler. İntegral girişi $-V_R$ 'ye bağlanır. İntegral çıkışında, negatif referans geriliminden dolayı pozitif rampa sinyali üretilir. C_1 çıkışı 0 olur. Kontrol devresi kaydedici çıkışını displye yollayarak sonucun görüntülenmesini sağlar. Bu işlemden sonra devre başlangıç konumuna geçer.

1.1.2.4. Hassas Yaklaşımlı ADC Çevirici



Şekil 1.6: Hassas yaklaşımli ADC çevirici

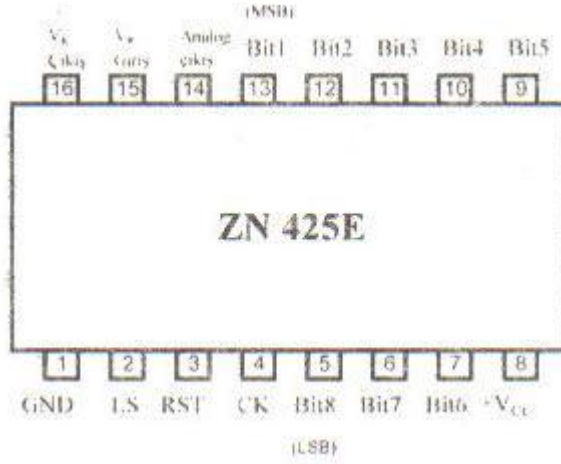
Bu tür ADC çeviricilerde çevrim işleminde, iç yapısında DAC çeviricilerden faydalanılmaktadır. 4 bitlik ADC çevirici normal sayıcılarla 15 clock palsine ihtiyaç duyarken burada aynı işlem 4 adımda bitirilmektedir. Bu nedenle hassas yaklaşımli ADC çeviriciler pratik ve hızlı olduklarından sıkça kullanılırlar.

Devrenin çalışması:

Analog sinyal C_1 'in + girişine uygulandığında en ağırlıklı FF yani Q_3 çıkışı 1 yapılır. DAC de bu bilgi analoğa çevrilir ve op-amp'a uygulanır. Op-amp'ta yapılan karşılaştırma sonucunda + girişteki analog sinyalimiz büyükse C_1 çıkışı 0, küçükse 1 olur. Sonra kontrol devresi tarafından Q_2 çıkışı 1 yapılır. Bu sayısal veri analoğa çevrilir ve karşılaştırma yapılır. Aynı şekilde + girişteki analog sinyalimiz büyükse C_1 çıkışı 0, küçükse 1 olur. Bu işlem diğer FF'ler için tekrar edilir. Sonuç olarak FF'lerin çıkışındaki bilgi analog sinyalin sayısal karşılığını verir. Bu işlemler FF'ler için yalnızca bir kez yapılır. FF'lerin 1 tanesinin çıkışı 1 iken diğerlerinin çıkışı 0 dır.

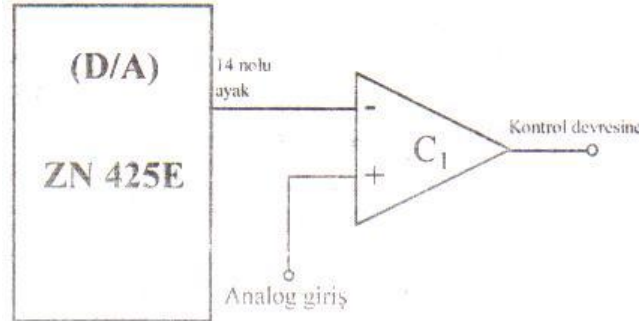
1.1.2.5. ADC Çevirici Entegre Devreler

Analogtan sayısal çeviriciler piyasada entegre devre olarak bulunmaktadır. En çok kullanılan ADC çeviriciler ZN425E, ADC0800, ADC0804 entegreleridir. Şekil 1.7’de ZN425E entegresinin bacak bağlantıları görülmektedir.



Şekil 1.7: ZN425E DAC çevirici entegresi ve bacak bağlantı yapısı

ZN 425E entegresi ADC ve DAC çevirici olarak kullanılabilir. Entegrenin 2 nolu girişi pals girişi olarak kullanılırsa 8 bitlik sayısal girişler devre dışı bırakılabilir. 4 nolu ayak clock pals girişi olarak kullanılırsa 8 bitlik sayıcı devreye girer. Sayıcının resetlenmesi 3 nolu ayağa 0 verilerek yapılabilir. Şekil 1.8’de entegrenin ADC çevirici olarak kullanılması gösterilmiştir.



Şekil 1.8: ZN425E entegresinin ADC olarak kullanılması

1.1.3. Kullanım Alanları

ADC devreler analog sinyallerin sayısal devrelere işlenmesi gereken durumlarda aradaki dönüşüm işlemini gerçekleştiren devrelerdir. Genelde çevre faktörlerini algılayan sensörler analog sinyal ürettiklerinden fiziksel büyüklüğün ölçümünden elde edilen analog sinyal ADC devreler tarafından sayısalı çevrilir. Sayısal devrelerin en büyük avantajı, kullanıcıları çalışma esnasında anlayabileceği dilden ekranları aracılığı ile yönlendirebilmesidir. Örneğin sıcaklığın okunması, hızın okunması, zamanın okunması, basıncın sayısal ekrandan okunması gibi. Bu tür ölçüm yapan devrelerde ADC kullanımı adeta zorunlu hale gelmiştir. Bunun yanı sıra dijital voltmetrede ADC devreler karşımıza çıkar. Biyomedikal cihazlarındaki gelişim, sayısal elektroniklerin cihazları daha kolay kullanım adına gelişmesi gibi sebeplerden dolayı biyomedikal cihazlarda da ADC kullanımını gerektirmektedir. Hasta monitörlerinde kalp atışlarının görüntülenmesi, kalp atışlarının sayılması, dijital tansiyon aletleri gibi örnekleri çoğaltmak mümkündür.

1.2. Analog İşaretlerin Sayısal İşlenmesinde Veri Süzme

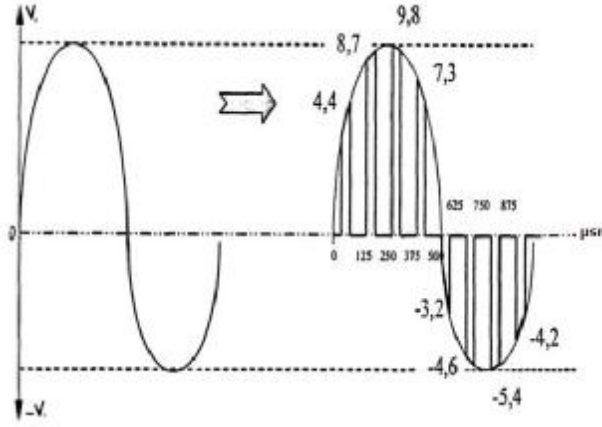
1.2.1. Kuantalama (Niceleme)

Magnetik Rezonans Görüntüleme ve Bilgisayarlı Tomografi başta olmak üzere görüntüleme cihazları tıpta hastalık teşhisinde kullanılan önemli tekniklerdir. Bu teknikler kullanılarak elde edilen sayısal imgelerin, hastalığın tanısı, takibi ve transferi için arşivlenip saklanması gerekmektedir. Aynı işlemler vücuttan alınan diğer analog veriler içinde geçerlidir. Alınan bu sinyallerin arşivlenmesi analog formuyla zordur. Bu verilerin sayısal olarak işlenmesi ve saklanması daha kolay ve pratiktir. Bu nedenle analog verilerin sayısalı çevrimi gerekmektedir.

Analog sinyalin sayısalı çevriminde yapılan ilk işlem örnekleme işlemidir. Örnekleme işleminde analog sinyal üzerinden belirlenmiş zaman aralıklarında gerilim değerleri (PAM formu: kesikli sinyal) alınır. Örnekleme frekansı analog sinyalin türüne göre değiştirilebilir. Örneğin telekomünikasyon alanında ses sinyalinin iletimi için gerekli olan frekans aralığı 300 Hz ile 3400 Hz arasındadır. Yani yuvarlarsak 0-4 KHz frekans aralığı kullanılmaktadır. Buradan örnekleme frekansı:

$f_s = 2 \times f_{max} = 2 \times 4 \text{ KHz} = 8 \text{ KHz}$ olarak bulunmaktadır. Buradan da ses sinyalinden örnek alınabilmesi için gerekli zaman aralığı;

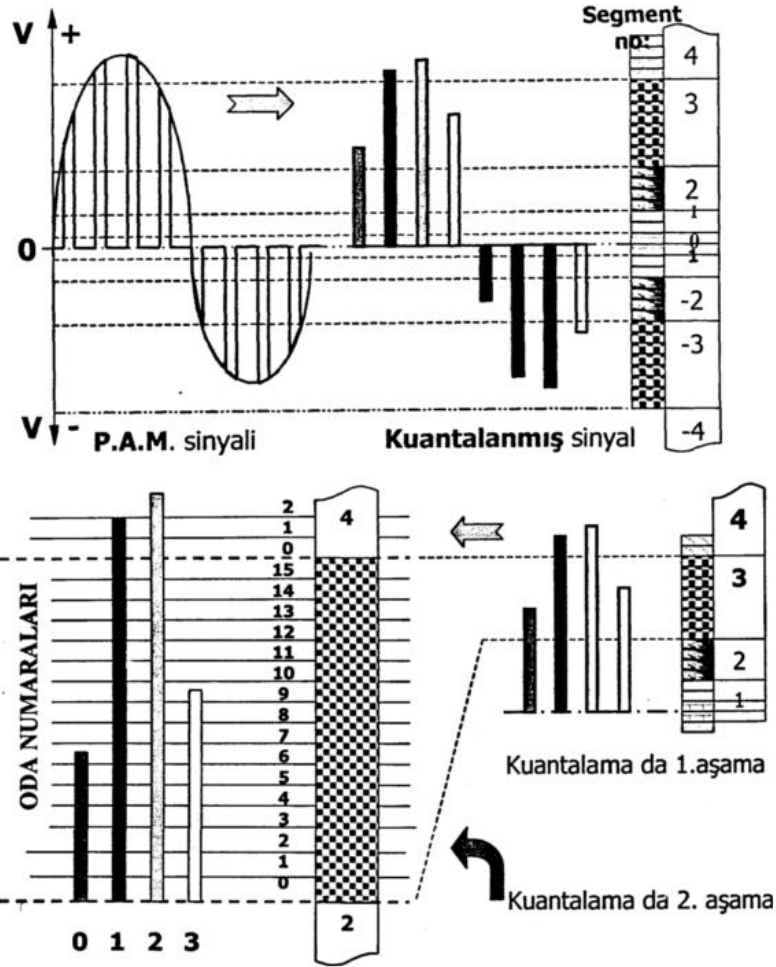
$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{8 \text{ KHz}} = 125 \text{ } \mu\text{s}$$
 olarak bulunur.



Şekil 1.9: Örneklemiş ses analog sinyali (PAM sinyali)

Örneklemiş sinyalden sonra bilgi sinyali kuantalama işlemine tabi tutulur. Örnekler alınan analog sinyalin PAM formu şekliyle işlenmesi gürültü açısından sağlıklı değildir. Çünkü PAM sinyalleri hala analog özellikler taşımaktadır. Örneklemiş sonucunda elde edilen PAM sinyalinin örnek alınan genlik değerlerinin kodlanarak sayısal hale çevrilebilmeleri için kuantalama (niceleme) işleminin yapılması gerekmektedir. Kuantalama işlemi her genlik dilimine sayısal bir kod karşılık gelmektedir. Kuantalama işlemi yapıldığında örneklenmiş durumdaki PAM sinyalinin genlik değerleri gelişigüzel yada asıl değerleri yerine önceden belirlenmiş kendisine en yakın genlik seviyeleri ile temsil edilmektedir. Bu genlik değerleri belirli kuantalama seviyelerine karşılık gelmektedir.

Elde edilen sinyalin en yüksek geriliminin pozitif ve negatif alternansta değeri önce eşit olmayan sekiz parçaya bölünür. Bu parçalara segment adı verilir. Daha sonra her segment 16 eşit parçaya bölünür. Bu bölüntülere de oda adı verilir. Böylelikle pozitif ve negatif alternansta 128'er adet olmak üzere 256 adet kuantalama aralığı elde edilmiş olur. Bu şekilde sınırsız olan genlik sayımını 256 ile sınırlanmış oluruz.



Şekil 1.10: Kuantalama işlemi

Örnek no	İşareti	Segment no	Oda No	İKİLİ KODU		
				İşaret	Segment	Oda
0	+	3	6	1	011	0110
1	+	4	1	1	100	0001
2	+	4	2	1	100	0010
3	+	3	9	1	011	1001
4	-	2	7	0	010	0111
5	-	3	9	0	011	1001
6	-	3	13	0	011	1101
7	-	3	0	0	011	0000

Tablo 1.1: Kauntalama seviyeleri ikili kod karşılıkları

Bu kuantalama sayıları da ikili sayı sistemine göre kodlanarak BİT olarak üretilmektedir. Temelde iki türlü elektrik enerjisinden bahsediyoruz. Eğer iki nokta arasında potansiyel enerji farkı varsa (sayısalda bu değer 3V yada 5V alınır). 1 bitini, potansiyel enerji farkı sıfırda 0 bitini elde ederiz. 8 Bit grubuna 1 byte adı verilir. 2 tabanlı sayı sisteminde bir byte ile ifade edilebilecek en büyük sayının ondalık sayı sistemindeki karşılığı 255 (11111111) olarak bulunur.

Kuantalama işleminden sonra elde edilen sinyalin ikilik düzende kodlama işlemi gerçekleştirilir. Kodlama işleminde ilk yapılan işlem sinyalin negatif yada pozitif alternansta olduğunun tespiti ve kodlamasıdır. Sinyal eğer pozitif ise 1 negatif ise 0 olarak kodlanır. Daha sonra kuantalanmış sinyalin eşit olmayan ve 8 segment aralığından (0 ile 7) hangisine tekabül ettiği değerlendirilir. Hangi segment aralığına tekabül ediyorsa ikili sayı ile ve üç bit olarak aşağıdaki gibi kodlanır.

İkili Kod	İlgili Segment
000	0. segment
001	1. segment
010	2. segment
011	3. segment
100	4. segment
101	5. segment
110	6. segment
111	7. segment

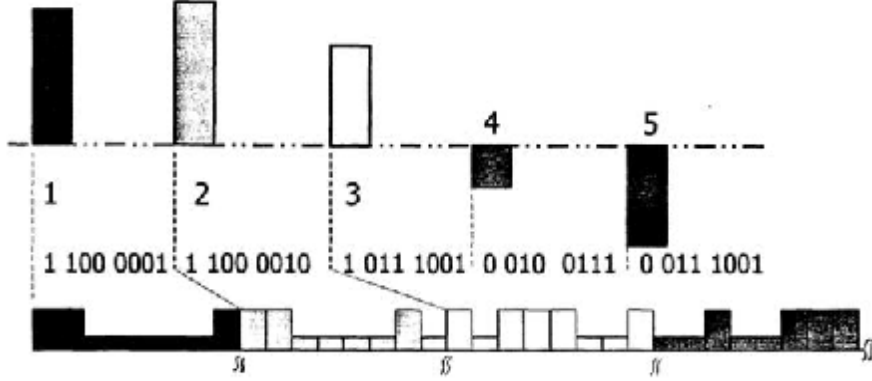
Tablo 1.2: Segment ikili kod karşılıkları

Örneklendirilip kuantalanmış sinyalin segmenti aralığındaki oda değerine (oda voltajına) bakılır. Eğer segment aralıklarında bulunan 16 adet (0 ile 15 arası) odadan hangisinin içerisinde yer alıyorsa aşağıda verilen ikili kod ile 4 bit olarak kodlanır.

İkili Kod	İlgili Oda No
0000	0
0001	1
0010	2
0011	3
0100	4
0101	5
0110	6
0111	7
1000	8
1001	9
1010	10
1011	11
1100	12
1101	13
1110	14
1111	15

Tablo 1.3: Oda no ikili kod karşılıkları

Örnekte verilmiş olan sinyalin sayısal kod karşılığı şekil 1.11’de görülmektedir.



Şekil 1.11: Analog sinyalin sayısal kod karşılığı

Sayısal Süzme

Biyomedikal cihazlarla ölçüm esnasında ölçülen biyolojik sinyale karışan bazı gürültü faktörleri ölçümü ve ölçüm sonucunu olumsuz yönde etkilemektedir. Gürültü faktörlerine örnek olarak hareket gürültüsü, diğer biyolojik etkenlerden oluşan gürültüler, 50 Hz şebeke gürültüsü, magnetik ve elektrostatik gürültü, cihazı oluşturan elektronik elemanların oluşturduğu gürültüler ve sayısal formda kuantalama gürültüsü verilebilir. Vücuttan alınan ve kuvvetlendirilen işaret, çoğu zaman analog işaret işleme ünitelerinden geçtikten sonra bile, fark edilebilir düzeyde gürültü bileşenlerini üzerinde taşıyor olabilir. Bu distorsiyonlar, sayısal işaret işleme katında, uygun sayısal filtreler kullanılarak daha da bastırılabilir. Bu amaçla, gürültü ile işaretin yapısına uygun alçak geçiren, yüksek geçiren veya band geçiren özellikte filtre yöntemleri ve bunların dışında özel filtreleme yöntemleri kullanılmaktadır. Filtre tasarımında, temelinde sayısal işaret işlemeye uygun rekürsif metodlar yada fourier dönüşümü olan çeşitli algoritmalarından da faydalanılmaktadır. Hızlı fourier dönüşümünden faydalanarak tasarımı kolay, hızlı, kazanç ve faz karakteristiği öngörülen şartlara uygun filtre algoritmaları gerçekleştirilmektedir. Adaptif filtreler karakteristikleri, işaretin ve gürültünün zaman içinde değişen özelliklerine uydurulabilen bir filtre grubunu oluştururlar. Bu filtre grubunu en önemlileri wiener, kalman ve otoregresif filtrelerdir.

1.2.2. Sayısal Filtre Çeşitleri

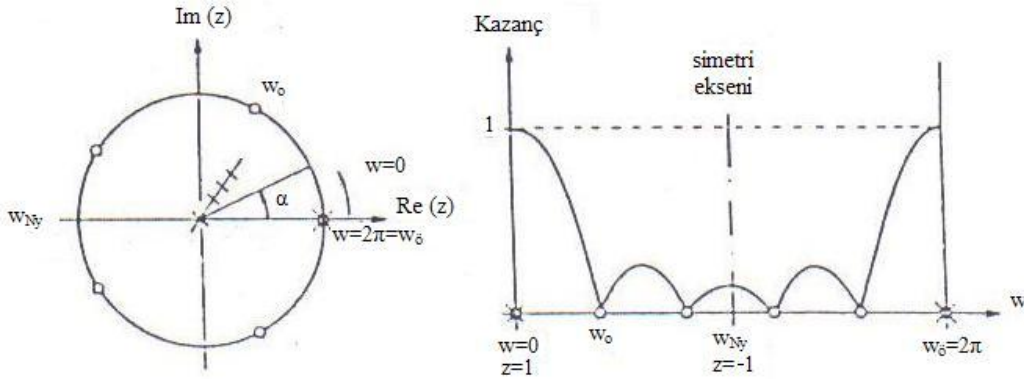
Sayısal filtreler, zaman formunda iş gören yapılar olmalarına karşın, tasarımları frekans formunda gerçekleştirilir. Frekans formu dönüşümlerinde laplace ve z dönüşümü teknikleri kullanılır ve tasarım s-düzlemi ve z-düzleminde gerçekleştirilir. Her şeyden önce sayısal filtrelerden beklenen, kararlı olması ve işaretin distorsiyona uğratılmadan işlemden geçirilmesi için filtre transfer fonksiyonu faz cevabının frekansa göre lineer olmasıdır. Sayısal filtrelerin hızlı bir şekilde fonksiyonlarını yapabilmeleri ve mikroişlemci uygulamalarında gerçek zamanda çalışabilmeleri için filtre katsayılarının tam sayı olması gerekmektedir.

Bu şartları sağlayan filtrelerin z formundaki tasarımları aşağıdaki koşullar dikkate alınarak yapılmalıdır.

- Ø Sıfır ve kutuplar z düzlemindeki birim çember üzerinde katlı veya katsız olmalı.
- Ø Sıfır ve kutuplar reel Re (z) eksenine göre simetrik olmalı.
- Ø Sıfır ve kutupların sayısı eşit olmalı.

1.2.2.1. Alçak Geçiren Filtre (AGF) .

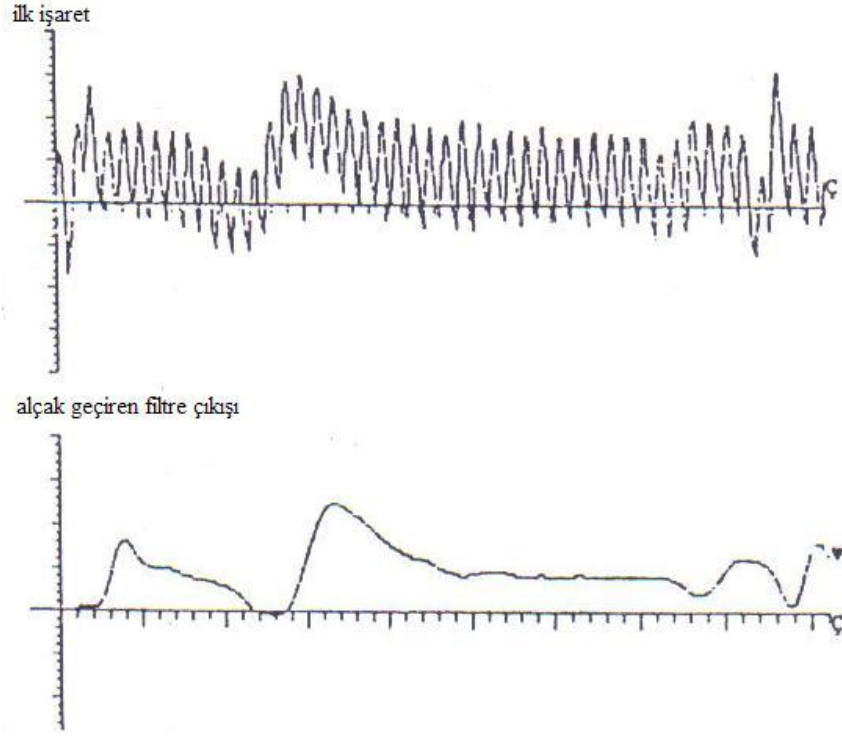
Linear faz cevaplı olma özelliğine sahip bir alçak geçiren filtrenin z domeni ve frekans domeni gösterilimi şekil 1.12 de görüldüğü gibidir. AGF transfer fonksiyonu, ℓ katsayısını veya filtre mertebesini, $Y(z)$ filtre çıkışını ve $X(z)$ filtre giriş fonksiyonunu göstermek üzere,



Şekil 1.12: Linear faz cevaplı AGF filtre karakteristiği

$$H(z) = \frac{Y(z)}{X(z)} = \frac{(1 - z^{-k})^\ell}{(1 - z^{-1})^\ell} \text{ şeklindedir.}$$

Sıfırlar, $z=1$ noktasından başlamak üzere, birim çember üzerinde k eşit aralıklarla yerleştirilmiştir. Kutuplar $z=1$ noktasında ve $z=0$ noktasındadır. $z=1$ noktasında eşit sayıda sıfır ve kutup bulunduğundan, $\omega=0$ yada doğru gerilime karşı düşen bu noktada zayıflama yoktur ve kazancı 1'dir. $\omega=0$ 'dan sonraki çember üzerindeki ilk sıfır noktası, filtrenin kazancını sıfır olduğu ilk frekans noktası olup filtrenin köşe frekansını belirlemektir. Gerçekte ise köşe frekans, $\omega=0$ ile ω_0 arasında kazancın 3 dB düştüğü veya %70 azaldığı noktadaki frekans olmaktadır. Bu nedenle ω_0 frekans, gerçek köşe frekansı olmayıp, nominal köşe frekansı olarak isimlendirilir.



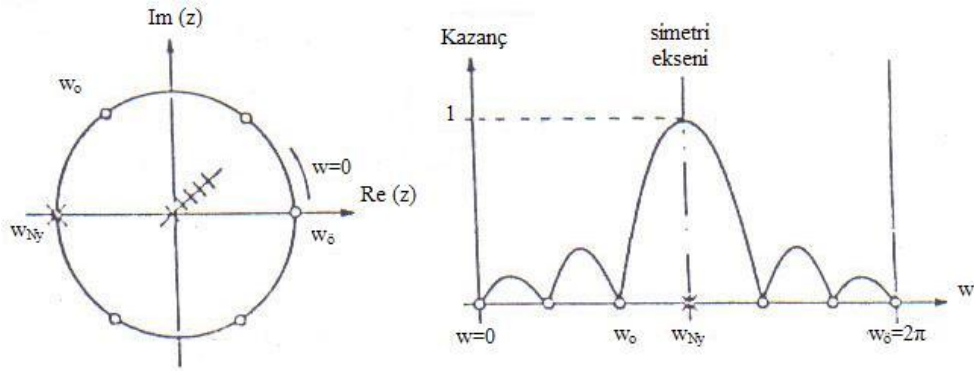
Şekil 1.13: Lineer faz cevaplı AGF giriş ve çıkış işaretleri ($f_0=50$ Hz)

Şekil 1.13 de EKG bilgi sinyali için 50 Hz'lik şebeke gürültüsünü ve daha büyük frekanslı gürültüleri filtre eden bir devrenin sinyal giriş ve çıkışını gösteren diyagram görülmektedir. Görüldüğü gibi düşük frekansa sahip olan bilgi sinyaline binmiş olan yüksek frekanslı şebeke distorsiyonu filtre ile yok edilmiş ve gürültüsüz bir bilgi sinyali elde edilmiştir.

1.2.2.2. Yüksek Geçiren Filtre (YGF)

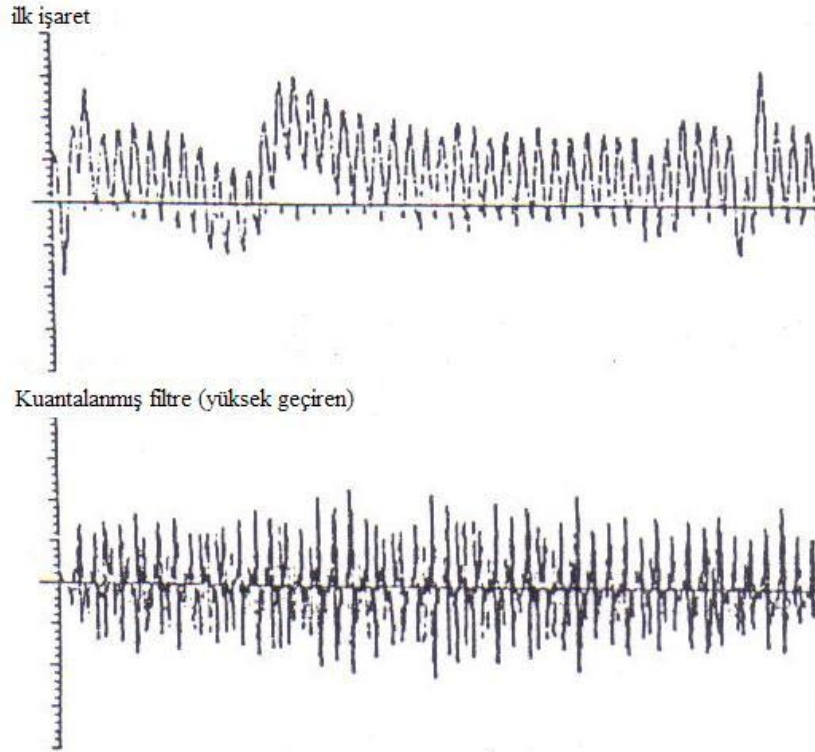
Tasarım ve yapı olarak AGF filtreye benzer olup, şekil 1.14'de gösterildiği gibi çember üzerindeki kutup, $\alpha=\pi$, $z=-1$ veya $\omega=\omega_{Ny}$ olduğu noktadadır. Çalışma frekans bölgesinin üst sınırı olan bu noktadaki kazanç, sıfır üzerine kutup getirilerek en yüksek değeri olan 1'e çıkarılmıştır. Bu durumda YGF'nin filtre transfer fonksiyonu,

$$H(z) = \frac{Y(z)}{X(z)} = \frac{(1 - z^{-k})^\lambda}{(1 - z^{-1})^\lambda} \text{ şeklindedir.}$$



Şekil 1.14: Linear faz cevaplı YGF filtre karakteristiği

Şekil 1.15'de gürültülü EKG sinyalinin, $f_0=100$ Hz için YGF çıkışı görülmektedir. YGF çıkışında, filtre giriş işaretinde bulunan düşük frekanslı doğru gerilim bileşeninin bulunmadığı görülmektedir.

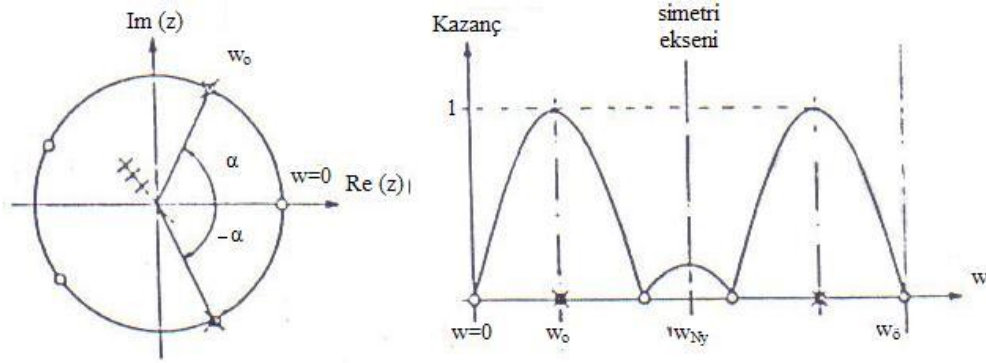


Şekil 1.15: Linear faz cevaplı YGF giriş ve çıkış işaretleri ($f_0=100$ Hz)

1.2.2.3. Bant Geçiren Filtre (BGF)

Şekil 1.16'da görüldüğü gibi, çember üzerindeki kutuplar, $z=1$ noktasına en yakın sıfırların üzerine getirilmiştir. Bu nedenle filtrenin kazancı, geçirme bandı merkez frekansı olan ω_0 için 1'dir. Transfer fonksiyonu ise,

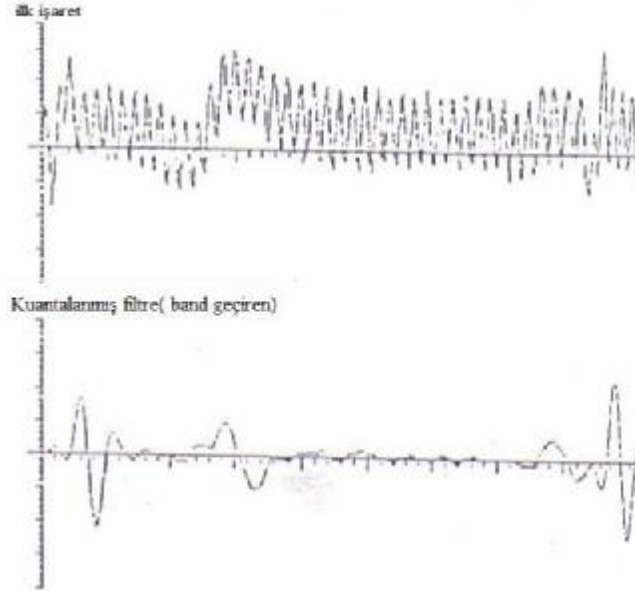
$$H(z) = \frac{(1 - z^{-k})^\lambda}{(1 - 2\cos\alpha \cdot z^{-1} + z^{-2})^\lambda} \text{ şeklindedir.}$$



Şekil 1.16: Linear faz cevaplı BGF filtre karakteristiği

BGF'nin geçirme bandı merkez frekansı $\omega_0 = \alpha T$ olarak hesaplanır.

Şekil 1.17'de $f_0 = 20$ Hz ve $\ell = 1$ için filtre cevabı çıkışı görülmektedir. Merkez frekans değerleri içindeki sinyallerin filtre çıkışında belirginleştiği görülebilir.

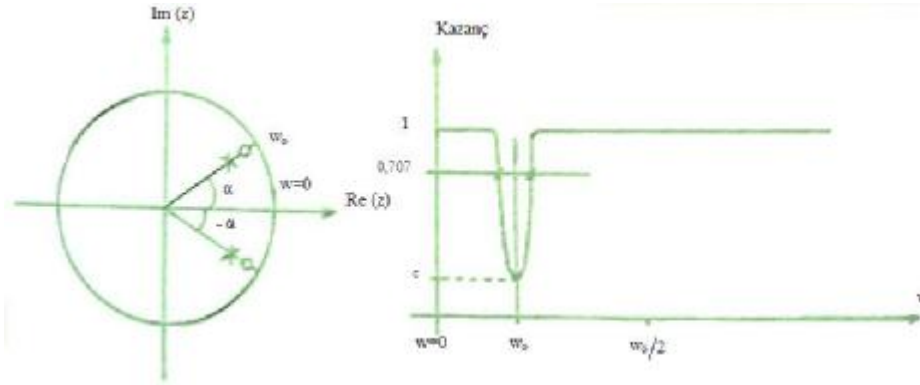


Şekil 1.17: Linear faz cevaplı BGF giriş ve çıkış işaretleri ($f_0 = 20$ Hz)

1.2.2.4. Bant Söndüren Filtre (BSF)

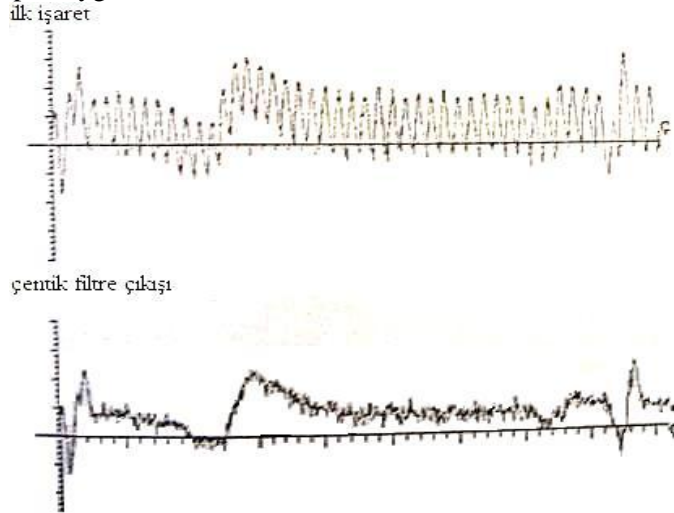
Dar bantlı söndüren filtre karakteristiğine sahiptir ve z düzlemindeki sıfır kutup yerleşimi şekil 1.18'de görülmektedir. Dar bantlı BSF çentik filtre olarak ta adlandırılır. BSF'nin transfer fonksiyonu ise;

$$H(z) = \frac{[1 - 2(1-a)\cos\alpha \cdot z^{-1} + (1-a)^2 \cdot z^{-2}]^{\lambda}}{[1 - 2(1-b)\cos\alpha \cdot z^{-1} + (1-b)^2 \cdot z^{-2}]^{\lambda}}$$
 şeklindedir.



Şekil 1.18: Çentik filtrenin z ve frekans domenindeki karakteristikleri

Filtrenin söndürme bandı zayıflatmasını $c=a/b$ oranı ve filtrenin band genişliğini ise $B=b/\pi T$ oranı belirlemektedir. Çentik filtrenin söndürme bandı frekansı $\omega_0=\alpha/T$ eşitliği ile hesaplanır. Genelde böyle bir çentik filtre, iletteki 50 Hz'lik şebeke frekanslı gürültüleri yok etmek için tasarlanmaktadır. Burada dikkat edilmesi gereken a , b ve $\cos\alpha$ gibi değerlerin tamsayı olmayışıdır. Bu ise tamsayı mantığı aritmetiği ile işlem yapan mikroişlemcili çentik filtre çalışmaları için pek uygun olmamaktadır.



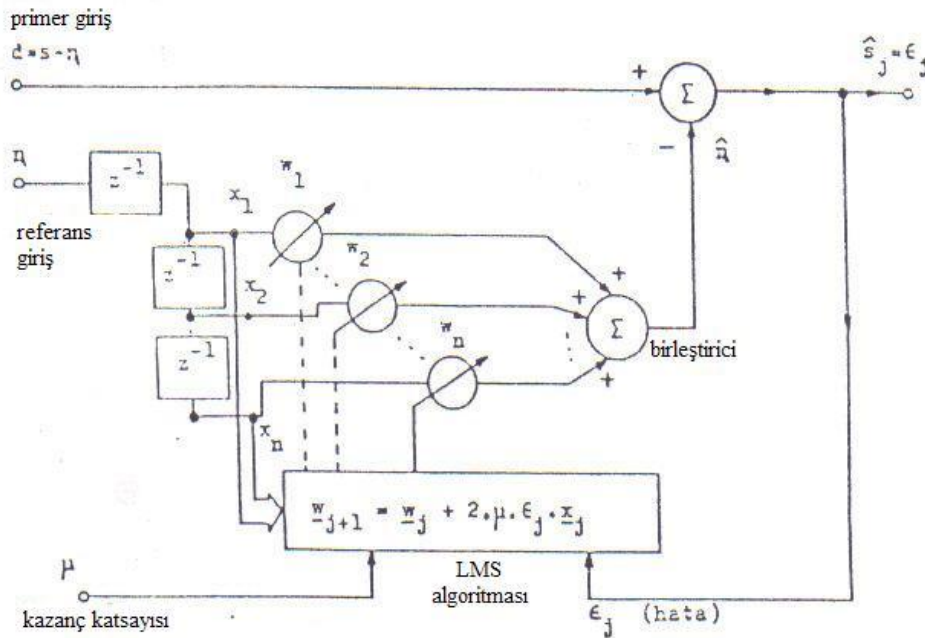
Şekil 1.19: Lineer faz cevabı çentik filtre giriş ve çıkış işaretleri ($f_0=50$ Hz)

Şekil 1.19’da gürültülü EKG işaretinin çentik filtre çıkışındaki değişimi görülmektedir. Filtre çıkışındaki işarete 50 Hz’lik gürültü bileşenlerinin tamamen ortadan kalktığı fakat daha yüksek frekanslı gürültülerin temizlenemediği görülmektedir. Filtre çıkışına bağlanan bir AGF ile bu gürültüleri yok etmek mümkündür.

1.2.3. Özel Filtreler

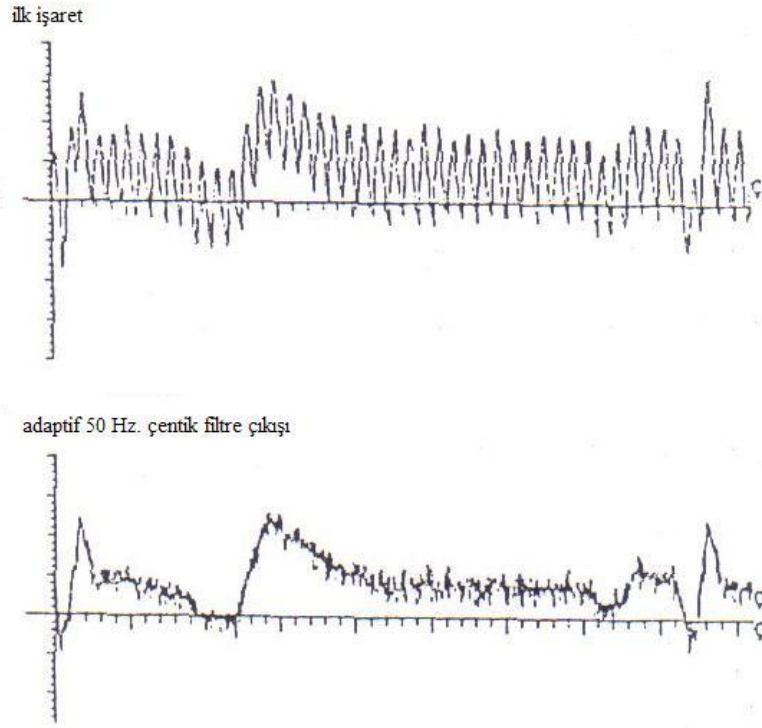
1.2.3.1. Adaptif Filtreler

Filtreler, işaret/gürültü oranını iyileştirecek şekilde işleme sokulur. Adaptif filtreler karakteristikleri, işaretin ve gürültünün zaman içinde değişen özelliklerine uydurulabilen, esnek yapıya sahip olan filtrelerdir. Ayrıca verilen performans indeksini en uygun duruma getirecek şekilde, parametrelerini gelen işarete göre adapte ederek filtreleme işlemini yerine getirirler. Ancak bu filtreler, öğrenme ve adaptasyon için bir başlangıç periyodu gerektirirler. Bu periyot içinde performansı tatmin edici değildir. Adaptif filtrede kullanılan performans indeksi, en az ortalama karesel hata (LMS) algoritmasıdır.



Şekil 1.20: Adaptif gürültü yokedicisi (ANC)

Şekil 1.20’de adaptif gürültü yok edici yapısı görülmektedir. Bu yapıda sayısal işaretler ile çalışıldığından ardışıl işlemler kullanılır. Filtrenin d primer girişi, gürültü (n) ile karışmış işareti (s) temsil eder. Filtrenin n girişine (referans) mümkün olduğu kadar, içinde işaret bulundurmayan, fakat primer girişteki işarete karışmış olan gürültü ile ilişkili olan gürültü işareti verilmelidir. Filtre parametrelerini w_1, w_2, \dots, w_n çarpanları teşkil eder. Bu şekli ile filtre n. mertebededir. Pratikte bu filtre, EKG işaretinden 50 Hz.lik şebeke gürültülerini yok etmek amacıyla kullanılır. Şekil 1.21’de adaptif şebeke gürültüsü yok edicinin giriş ve çıkış sinyalleri görülmektedir.



Şekil 1.21: Adaptif şebeke gürültüsü yok edici filtresi giriş ve çıkış sinyal şekilleri

Bu gruptaki en önemli filtreler Wiener, Kalman ve Otoregresif filtrelerdir.

Wiener filtresi, durağan olaylarda kullanıma uygun, zamanla değişim göstermeyen bir filtredir. Bu filtre algoritmasıyla, esas işaretle ilgili filtre çıkış işaretinin ortalama karesel hatası en aza indirilmektedir.

Kalman filtresi, durağan olmayan olaylarda herhangi bir gözlem zamanı için kullanılabilen bir filtredir. Durum uzayında formüle edilen ve durum vektörünün değerlendirme hatasının varyansını en aza indirmeyi amaçlayan bir teoriye dayanır.

Hareketli-ortalama alan filtre (Moving-Average Filter) bir işaretin alçak geçiren filtreden geçirilmesine yönelik, hızlı, rekürsif olmayan bir yöntem ortaya koyar. Filtre cevabı, işaretin birbirini takip eden örnek değerlerinin, model parametreleriyle ağırlıklı toplamlarından hesaplanır. Filtrenin frekans cevabına bakıldığında; yasak bölgesinde birçok dar bantlı geçirme bölgesinin olduğu ideal olmayan bir karakteristik görülür. Buna rağmen basitliği, kararlılığı ve hızı nedeniyle biyolojik işaretlerin filtrelenmesinde sıklıkla kullanılmaktadır.

Otoregresif filtre, bir stokastik işaretin dalga formunu, parametrelerine ve girişine özel olarak uygulanan beyaz gürültünün zaman içindeki değişimine uygun olarak değişime uğratır. Filtrelemenin bir sonraki adımında. Ortalama alma işlemiyle. İşaret gürültüden iyice temizlenmiş olur.

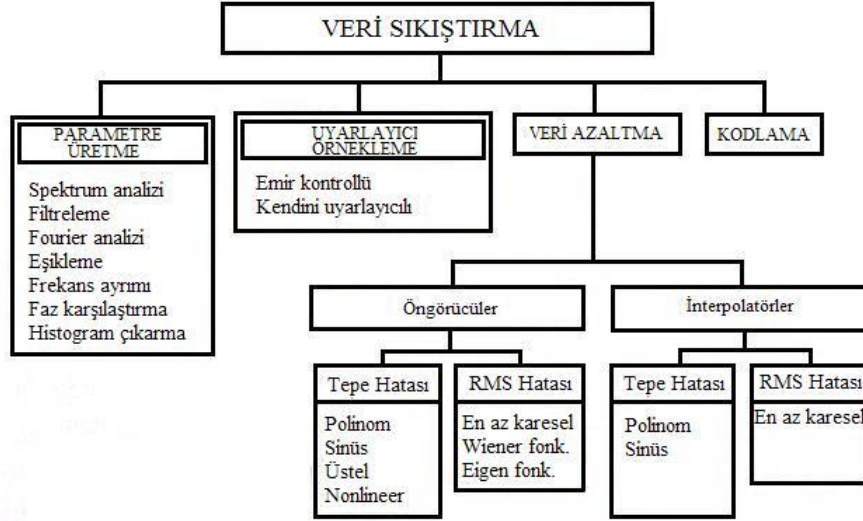
1.2.3.2. İnterpolasyon (Çoklu Durum Filtreleri)

İnterpolasyon filtreleri, etkili ve hızlı yüksek geçiren filtreler olarak kullanılabilirler. Bunun için, işaretin bir periyot içindeki en az iki genlik değerinin biliniyor olması şarttır. Lineer interpolasyon yoluyla, işaretin düşük frekanslı dalgalanmaları yok edilebilmektedir. Bu filtrenin kullanım alanına örnek olarak EKG'deki taban hattının düzeltilmesi gösterilebilir.

1.2.3.3. Korelasyon (İlişkili) Filtreler

Korelasyon filtresi, iki dalga şeklinin benzerliği ile ilgili, aralarındaki zaman kaymasının bir fonksiyonu olarak bir ölçü sağlar. Bu işlemde ele alınan işaret parçaları aynı fonksiyonu uydurulabiliyor olabilir (otokorelasyon) veya iki farklı fonksiyona ait olabilir (çapraz korelasyon). Otokorelasyon, gürültü taşıyan işaretin periyodik bölümlerinin ortaya çıkartılması amaçlandığında kullanılmaya elverişlidir. Cevabın nasıl olması gerektiği biliniyorsa, cevabın seçilen şekilde olduğunun tespiti ve genliğinin bulunması için gürültülü işaret, çapraz korelasyon işlemine tabii tutulur. Bu yöntemle, gürültüden 10 kere daha küçük genlikli cevapların (aranılan işaretlerin) süzülerek elde edilmesi mümkün olmaktadır.

1.3. Analog İşaretlerin Sayısal İşlenmesinde Bilgi Sıkıştırma Teknikleri



Şekil 1.22: Veri sıkıştırmada sınıflama

Uzun yıllar, telekomünikasyon uzmanları bütün bilginin yollanması yerine sadece bilgideki önemli değişikliklerin basit ve güvenilir şekilde taşınmasının üstünlüklerini tartıştılar. Daha önceleri, bilgiyi saklamak için geniş bantlı kayıt cihazları kullanılır ve bu yüzden de gerçek bilgiyi ortaya çıkarabilmek için kıymetli bilgisayar saatleri harcanırdı. Şimdilerde ise sadece önemli bilginin yollanması için bir teknik geliştirildi ki buna *veri sıkıştırma tekniği* denilmektedir.

Bilgi sıkıştırma, belli bir miktar bilgiyi belli bir zamanda taşımak için gerekli band genişliğini azaltan veya belli bir band genişliğinde belli miktarda bilgiyi göndermek için gerekli zamanı azaltan bir tekniktir. Bu teknik işlev olarak dört ana bölüme ayrılabilir. 1)Veri Azaltma 2)Parametre üretme 3)Uyarlayıcı Örneklemeye 4) Kodlama. Şekil 1.22’de teknik şematik olarak verilmiştir.

EKG veri sıkıştırma teknikleri arasında karşılaştırma yapılırken aşağıda sıralanan özellikler dikkate alınmaktadır.

- 1) İşaret örnekleme frekansı (f_ö): EKG işaretlerini sayısal çevirmekte kullanılan ADC çeviricilerde örnekleme frekansı amaca göre çeşitlilik gösterip yaygın olarak 500 Hz’lik örnekleme frekansı kullanılmaktadır.
- 2) Sayısal örneklerdeki bit sayısı (p): Saklanacak EKG sayısal bilgilerinin çözünürlüğünün göstergesi olan bit sayısı 8 veya 12 olabilmektedir.
- 3) Veri sıkıştırma oranı (CR): Veri sıkıştırma algoritmasının önemli parametrelerinden biri olup bu oranın büyüklüğü algoritmanın üstünlüğünü gösterir.

$$CR = \frac{\text{Sıkıştırılacak örneklerin sayısı}}{\text{Sıkıştırılmış örneklerin sayısı}}$$

- 4) Performans indeksi (PRD) orijinal EKG işareti, x_{org} ile sıkıştırılmışının yeniden yapılanmış, x_{rec} arasındaki farkın bağıl karesel ortalamasının kare kökü olarak tanımlı olup, yeniden yapılanmış olan EKG işaretinin, orijinaline ne derece benzer olduğunun ölçüsü olarak kullanılmaktadır. PRD, veri sıkıştırma algoritmalarının önemli karşılaştırma parametrelerinden bir diğeri olup, PRD'nin küçüklüğü algoritmanın başarı derecesini gösterir.

$$PRD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [x_{org}(i) - x_{rec}(i)]^2}{\sum_{i=1}^n x_{org}^2(i)}}$$

- 5) Algoritmanın hızı ne kadar yüksekse, o oranda hızlı işlem yapabilir ve gerçek zaman çalışmaları gerçekleştirilebilir.
- 6) EKG sıkıştırma algoritmalarında kullanılan veri tabanlarının çoğu standart dışıdır. Oysa kullanılacak veri tabanlarına göre de algoritma sonuçları farklı olabilmektedir.

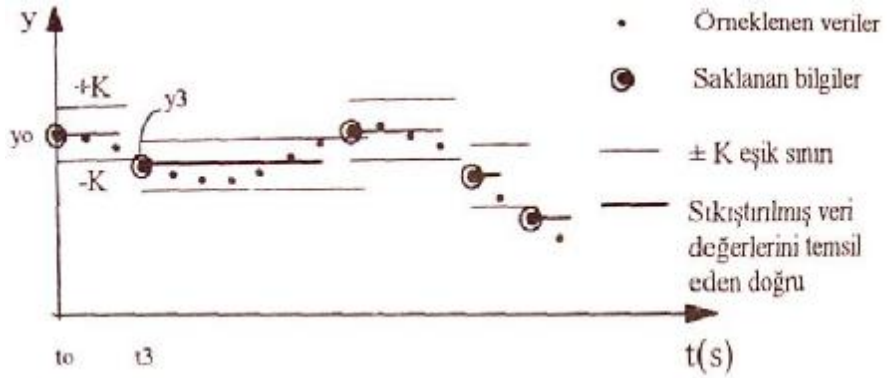
1.3.1. Veri Azaltma

Bu teknikte, önce bilgi sabit örnekleme hızı ile örneklenir ve daha sonra önceki ve sonraki örneklerle veya referans değerlerle kontrolü yapılarak bazı bilgi örnekleri atılır. Burada örnekleme hızı değiştirilemez, yalnız örneklerden bazıları gönderilmez. Fazlalık indirimi, önceki örneklerden “öngörme” ve sonraki örneklerden “interpolasyon” ile gerçekleştirilebilir. Bu teknikte bilgi değişimi ancak önceden belirli toleransı aştığında yeni bilgi olarak yollar. Böyle olsa bile mesaj hala esas itibarıyla tamdır veya en azından orijinal şekle tamamlanabilir. Bu teknik direkt veri sıkıştırma tekniği olarak da bilinir. AZTEC, nokta değişim tekniği, CORTES, FAN ve SAPA algoritmaları gibi teknikle bu guruba girer.

1.3.1.1. EKG İçin Veri Azaltma Teknikleri

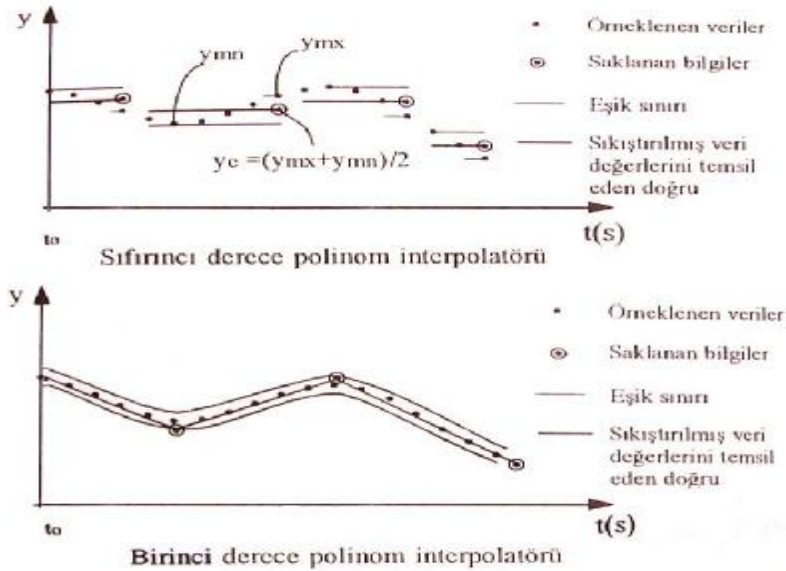
EKG işareti için veri azaltma tekniği, bilgiyi sıkıştırmak için daha pratik çözümler verir. Polinom metodları kullanılan bazı pratik teknikler aşağıda verilmiştir.

Öngörücü: Bir öngörücü, daha önceki bilgiye bakarak her bir yeni bilgi örneğini kestiren bir devredir. Eğer yeni değer kendisi için kestirilen tolerans sınırları içinde düşerse fazlalık bilgi olarak sayılır ve taşınmaz. Öngörme işlemi için yeni bilgi, bir önceki bilginin kendisi olarak kestirilir.



Şekil 1.23: Polinom öngörücüsü

İnterpolatör: Öngörme işleminin etkili olabilmesi için, bilginin uzun bir zaman aralığında değişmemesi gerekir. Eğer bilgi yüksek frekanslı ise, öngörücünün veri azaltma verimi düşük olacaktır. Bu durumda önceki ve sonraki bilgiler göz önüne alınarak interpolasyon işlemi gerçekleşir. Önceki ve sonraki bilgi örnekleri beraber ele alınarak yollanabilecek tek bilgi değeri saptandığında daha fazla sayıda fazlalık örnekleri atılmış olacak ve verim artacaktır.



Şekil 1.24: Polinom interpolatörleri

1.3.1.1.1. Nokta Değişimi (ND) Tekniği

Hızlı ve kolay uygulanabilir bir veri azaltma tekniğidir ve sıfırıncı derece polinom öngörücüsü sınıfına girer. Her iki örnekte biri seçilerek 200 örnek/s'lik örnekleme hızı yarı yarıya azaltılır. Bu tekniğin veri azaltma algoritması şekil 1.25'de özetlenmiştir.

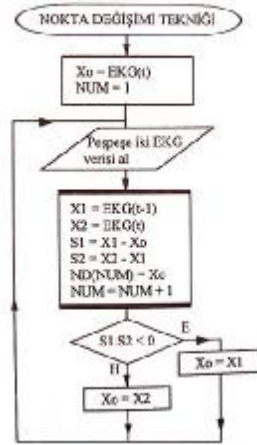
Kalıp No	X ₀	X ₁	X ₂
1	.	.	⊙
2	.	⊙	.
3	.	.	⊙
4	.	⊙	.
5	.	.	⊙
6	.	.	⊙
7	.	.	⊙
8	.	.	⊙
9	.	.	⊙

⊙ : Saklanan veya gönderilen veri (yeni X₀)

Şekil 1.25: Nokta değişim tekniği algoritması

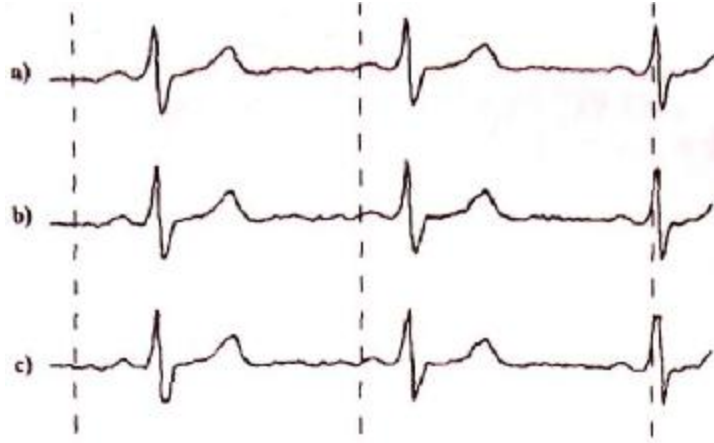
İlk örnek X₀ olarak saklanır ve sonra gelen X₁ ve X₂'den biri oluşan üçlü kombinasyona göre yeni bilgi (X₀) olarak saklanır, diğeri atılır ve daha sonra aynı işlemler alınan örneklere uygulanır. Şekil 1.25'de de görüldüğü gibi, seçilen nokta eğer X₀, X₁, X₂ üçlüsü Δ şekline benze bir şekil oluşturuyorsa X₁'dir, yoksa X₂'dir.

Bu tekniğe ait gerçekleştirilecek program akış diyagramı şekil 1.26'da gösterilmiştir. Bu tekniğin uygulanışının kolay ve hızlı olmasına karşın, yüksek frekanslı işaretlerde distorsiyon artar.



Şekil 1.26: Nokta değişimi tekniği akış diyagramı

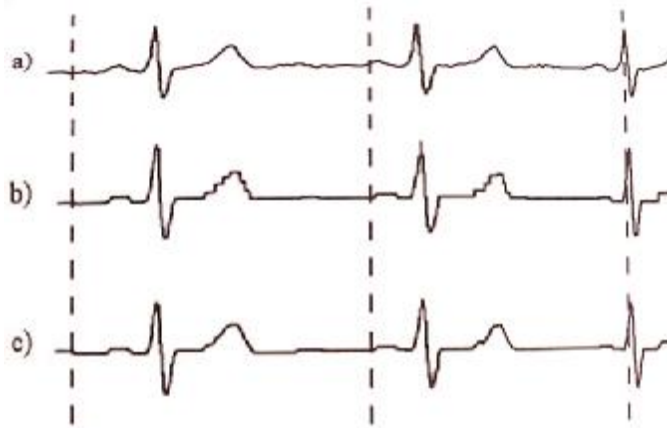
Şekil 1.27'da nokta değişimi tekniği uygulanmış EKG işaretleri gösterilmiştir.



Şekil 1.27: Nokta değişimi tekniği uygulanmış EKG işaretleri a) orijinal işaret b) bu işaretin bir defa nokta değişimi tekniği uygulanmış şekli (veri azaltma oranı = 1000/500) c)bu işaretin iki defa nokta değişimi tekniği uygulanmış şekli(veri azaltma oranı= 1000/250)

1.3.1.1.2. AZTEC Tekniği

Elektro kardiyogram, alçak frekans bileşenleri (P ve T dalga şekilleri) ile orta frekans bileşenlerinden (QRS kompleksleri) oluşur. Bu metot, her iki değişik frekanslı parça için farklı yaklaşımlar kullanır. Alçak frekans bileşenleri için sıfırıncı dereceden interpolasyon yapılır, yani sınırlar arasındaki fark ($V_{mx}-V_{mn}$) belli bir eşik değerini (V_{th}) aşmadığı sürece salınan gerilim, bu sınırların ortasından geçen bir yatay doğru ile temsil edilir. QRS kompleksi başladığı anda gerilim örnekleri çok çabuk değişecektir ve bilgi genliğinin değişme hızı yani bilgi değişiminin eğimi sabit kaldığından, örnekler belli bir eğime sahip bir doğru ile temsil edilecek yani birinci derece interpolasyonu yapılacaktır. AZTEC veri azaltma oranı sabit olmayıp işaretin şekline göre değişiklik gösterir.



Şekil 1.28: AZTEC tekniği uygulanmış EKG işaretleri a) orijinal normal sinüs b) bu işarete AZTEC tekniğinin uygulanmış şekli c)AZTEC tekniği uygulanmış şeklin filtre edilmiş şekli

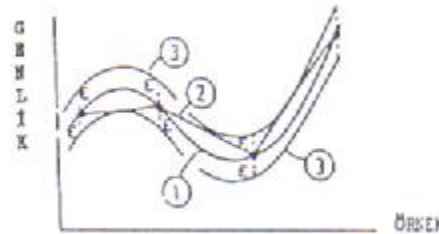
AZTEC programı çıkışından elde edilen bilgiler, hastanedeki ana bilgisayarda tekrar işlenip filtreden geçirilerek orijinal şekline çevrilmeye çalışılır. Şekil 1.28’de AZTEC tekniği uygulanmış EKG işaretleri görülmektedir. Şekil 1.27 ile karşılaştırıldığında AZTEC tekniğinde, daha yüksek bilgi sıklığı elde edildiği fakat işaretin alçak frekanslı kısımlarında ise nokta değişim tekniğinin daha başarılı olduğu görülmektedir. Bu iki tekniğin üstün yönlerini birleştirici melez tekniklerde bilgi sıkıştırma için kullanılmaktadır.

1.3.1.1.3. CORTES Tekniği

Bu teknik, AZTEC ve nokta değişimi tekniklerinin karışımıdır. Yüksek sıkıştırma oranlarının elde edilmesine yönelik olarak, yüksek frekanslı veya değişim hızı yüksek olan bölgelerde ND tekniğini, düşük frekanslı bölgelerde de AZTEC tekniğini kullanır. Genelde algoritma AZTEC algoritması olup, AZTEC eğimi ile karşılaşıldığında eğimin uzunluğuna bağlı olarak eğime ND tekniğinin uygulanıp uygulanmayacağına karar verilir. Eğimin uzunluğu, bunun için belirlenen bir eşik seviyesinden büyükse AZTEC eğimi olarak, bu eşikten küçükse ND verisi olarak saklanır.

1.3.1.1.4. SAPA Teknikleri

Üç adet SAPA (Poligonal yaklaşımı izleme) algoritması vardır. SAPA-2 bunlardan en iyi sonuç verendir. Bu algoritmanın teorik temeli, doğru çizgiler ile orijinal işaret arasındaki sapmanın, hata toleransından hiçbir zaman daha büyük olmamasıdır. SAPA-2 ve FAN algoritmaları arasındaki tek fark, SAPA-2’nin orijinal örnek noktası ve gerek sonraki örnek noktası arasında 3. bir eğim (merkez eğim) hesaplamasıdır. Merkez eğim, iki nokta arasında değişen işaretin belli hata sınırları dışına taşıdığı zaman, sondan bir önceki örnek noktası kalıcı örnek noktası olarak dikkate alınır. Başka bir deyişle, SAPA-2 algoritması, örneğin kalıcılığı yoksa geçiciliği olduğunu gerçekleştirmek için merkez eğim kriterini kullanır. FAN tekniğinde ise gerçek örnek değeri kriteri kullanılmaktadır. Şekil 1.29’da SAPA tekniğinin ana fikri grafiksel olarak verilmektedir.



Şekil 1.29 SAPA tekniğinin ana fikri 1- orijinal işaret 2- orijinal işaretin poligonal yaklaşımı
3- yaklaşım hata sınırı

1.3.2. Parametre Üretme

Dönüşüm metodu olarak ta bilinir. Belli bir bilgiyi taşımak için gerekli band genişliğini azaltan ve tersi olmayan bir transformasyondur. Bu transformasyonda bilginin özü saklanmış olur. Spektrum analizörleri, tepe dedektörleri ve faz karıştırıcıları bu sınıfa girerler. Bu teknikte işaret öyle bozulur ki orijinal dalga şekli tekrar elde edilemez. Fourier dönüşümü, walsh dönüşümü ve K-L dönüşümü gibi teknikler, bu veri sıkıştırma metodunda kullanılmaktadır.

1.3.3. Uyarlayıcı Örneklem

İşaretin bilgi değişim hızına göre örneklem hızını değiştiren bir tekniktir. Bu tekniğin kullanılmasının nedeni, bilgi içinde fazlalık bulunması durumunda, örneklem hızını, kaynağın bilgi veri hızına uydurarak belli sürede taşınacak bilgi sayısını azaltmaktır. Bunun için her kanala aktif bir dedektör koymak gerekir, öyle ki örneklem hızını bilgi geliş hızına uydurabilsin.

1.3.4. Kodlama

Verilen bir bilgi, kodlayıcı tarafından son istatistiklere dayanarak uygun koda kodlanarak yollanır. Farksal Darbe Kod Modülasyonu (DPCM) ve Entropi Kodlama bu gruba girer. DPCM'nin temel fikri, önce veri örneklerini belli bir kurala göre kestirmek (önceki örnek değerine eşit almak) ve daha sonra gerçek ve kestirilen örnek değerler arasındaki farkı, bir hata bilgisi olarak, yollamak ya da saklamaktır. Böylece, sadece farklar işleme sokulmuş olur. Fark bilgisi, genlik olarak işaretin gerçek büyüklüğü yanında çok küçük olacağından bu farkların saklanması için gerekli kodlar daha basit olacak ve daha az yer kaplayacaktır. Entropi kodlamada ise olasılığı yüksek olan ve sık olarak gözüken örneklere bağıl olarak daha kısa kodlamalar vermektir.

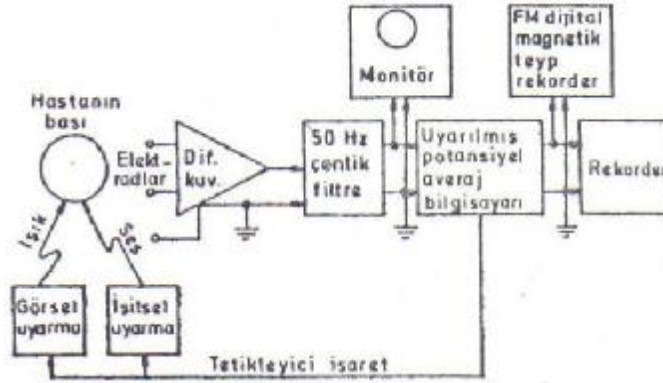
1.4. Analog İşaretlerin Amaca Uygun Sayısal İşleme ve Şekillendirme

Bazen, işaret üzerinde özel amaçlar için özel işaret işleme tekniklerinin uygulanması gerekli olur. Örneğin uyarılmış potansiyel cevaplarında senkron ortalama alma işlemi ve EMG işaretlerinde de mutlak ve ortalama değer alma, medyan frekansını bulma gibi işlemler gerçekleştirilir. Bazen de işareti başka domene taşıyarak bu domende işaret işleme gerçekleştirilir. Sınıflamada da kullanılmak üzere, biyolojik işarete ait belli parametrelerin bulunabilmesi için, zaman içinde belli noktaların veya işarettaki belli şekle sahip anların işaret değişim şekillerinin ortaya çıkartılması gerekli olmaktadır.

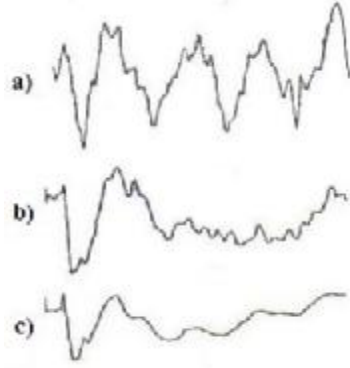
1.4.1. Mutlak ve Ortalama Değer Alma

Senkron ortalama alma (averajlama) işlemi uyarılmış potansiyellerin ölçüm sistemlerinde kullanılmaktadır. Uyarılmış potansiyellerin (UP) ölçülmesiyle, görme, işitme ve dokunma duyularının normallik seviyeleri belirlenebilmektedir. Beynin görsel, duysal ve elektriksel uyarmaya karşı cevabının normal olup olmaması, uyarmanın beyne ulaştığını gösteren UP'deki tepe ve vadilerin oluşma sürelerinin, normal değerlerden olan farklılıklarının ölçülmesiyle belirlenir. UP'ler elektrodlar yardımıyla algılanır. Algılanan işaretin gürültü içerisinde gömülü olması nedeniyle, işaret/gürültü oranını artıracak bir işlem (averajlama) sonra teşhis için kullanılabilir.

Şekil 1.30'da bu amaçla gerçekleştirilmiş bir ölçüm düzeninin blok diyagramı gösterilmiştir. Hastanın başına uygulanmış EEG elektrodlarından seçilen üçlü bir grup, bir EEG kanalını oluşturur. Hastadan algılanan işaret kuvvetlendirildikten ve çentik filtreden geçirildikten sonra uyarılmış potansiyel averajlama bilgisayarına uygulanır. İşlenmemiş EEG işaretleri, şekil 1.31'de görüldüğü gibi filtre çıkışında görüntülenmektedir. Bilgisayar, istenilen zaman aralıklarında uyarı düzenlerini tetiklemektedir. Her bir uyarı sonucu oluşan ve beynin cevabını karakterize eden işaretler senkron bir şekilde bilgisayarda toplanır ve ölçüm sayısına bölünür. Böylece işaret/gürültü oranı ölçüm sayısı kadar artırılmakta ve μV 'lar mertebesinde oluşan bu işaretlerin sağlıklı bir şekilde kaydı mümkün olmaktadır. Bu ölçümlerde, uyarıya cevap olarak elde edilen işaretlerin dışındaki tüm işaretler gürültüdür. Başka bir deyişle, normal EEG işaretleri de gürültüdür. Şekil 1.30 b ve c'de sırasıyla 8 uyarımın ve 64 uyarımın ortalaması alınmasıyla (averajlanmasıyla) elde edilmiş, kısmen EEG gürültüsünden temizlenmiş, UP cevapları görülmektedir.



Şekil 1.30: Uyarı potansiyeli ölçüm sisteminin blok diyagramı



Şekil 1.31: Görsel UP'ler a) İşlenmemiş işaret b) 8 cevabın ve c) 64 cevabın ortalaması

Ortalama alma işleminin yapıldığı sistemlerden bir tanesinde EMG işaretlerinin zaman domeninde incelendiği sistemlerdir. EMG işaretleri öncelikle doğrultulur. Doğrultma genellikle, enerjinin tümünü kullanabilmek için tam dalga doğrultması şeklinde yapılır. Böylece doğrultulan işaret, orijinal işaretin mutlak değerini gösterir. Doğrultmadan sonraki aşamada üç farklı yol takip edilmektedir.

Alçak Geçiren Filtreleme: Doğrultulmuş işarettaki random flüktuansları yok etmek için doğrultulmuş işaret, analog veya sayısal bir alçak geçiren filtreden geçirilir. Yani işaret üzerinde yumuşatma yapılır.

Ortalama Alma (Averajlama): Ortalama alma yumuşatma işleminin sayısal yapıdır. Bu işaretin random olarak değişen değerlerinin ortalaması alınarak, büyük flüktüasyonlar yok edilebilir. Tamamlanmış bir olayı karakterize eden bir kaydın zamanla değişen bir ortalamasını elde etmek için zaman penceresinin kayıt boyunca hareket ettirilmesi gereklidir. Bu işlem hareket eden ortalama olarak isimlendirilir. Hareket eden ortalama ve doğrultulmuş işaretin ortalaması,

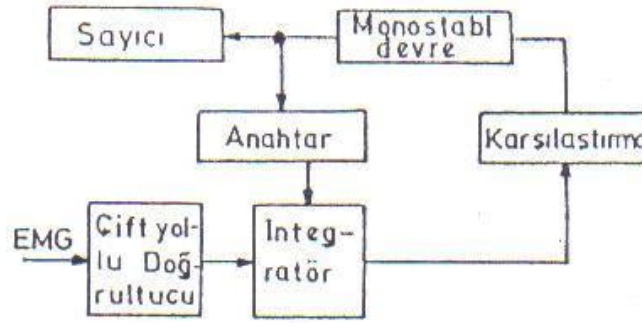
$$m_0(t) = \frac{1}{T} \int_{t-\frac{T}{2}}^{t+\frac{T}{2}} |m(t)| dt \text{ bağıntısı ile hesaplanabilir.}$$

Burada, T pencereleme süresidir. T'nin küçük olması, doğrultulmuş işaretin zamana bağlı ortalamasının az yumuşatılması sonucunu oluşturur. T'nin büyük değerlerinde ise işaret durağan olmayabilir. Bunun için tavsiye edilen değerler 100-200 ms. arasında değerlerdir.

Entegrasyon: Data azaltmakta en çok kullanılan yöntem doğrultulmuş EMG işaretlerinin integralinin alınmasıdır. İntegral alma işlemi, alçak frekansların filtreleme işleminin özel bir şekli olması nedeniyle bir önceki işlemin benzeridir. Bu işlem,

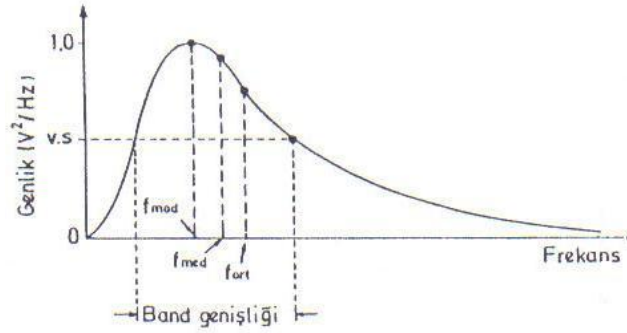
$$I[m(t)] = \int_0^t |m(t)| dt \text{ bağıntısıyla hesaplanır.}$$

Şekil 1.32'de bir EMG integratörünün blok diyagramı görülmektedir.



Şekil 1.32: EMG işaretlerinin işlendiği entegratörün diyagramı

EMG işaretlerinin frekans domenindeki analizi ise bu işaretlerin frekans spektrumundaki özelliklerini belirleyen parametrelerinin ölçülmesi ve hesaplanması ile yapılır. Bu işaretlerin güç spektrum yoğunluklarının belirlenmesinde genellikle hızlı fourier dönüşümleri kullanılır. Şekil 1.33'te idealize edilmiş EMG işaretinin güç spektrum yoğunluğu, medyan frekansı, ortalama frekans ve spektrumun band genişliği gibi önemli parametreleriyle birlikte gösterilmiştir.



Şekil 1.33: İdealize edilmiş EMG işareti güç spektrum yoğunluğu

Medyan ve ortalama frekans arasındaki bağıntı,

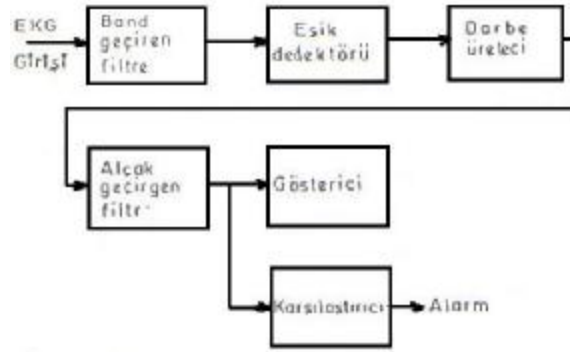
$$\int_0^{f_{med}} Sm(f)df = \int_{f_{med}}^{\infty} Sm(f)df = \frac{1}{2} \int_0^{\infty} Sm(f)df$$

$$f_{ort} = \frac{\int_0^{\infty} f \cdot Sm(f)df}{\int_0^{\infty} Sm(f)df} \text{ bağıntılarıyla verilmiştir.}$$

Burada $S_m(f)$, EMG işaretinin güç spektrum yoğunluğunu göstermektedir. Medyan ve ortalama frekansın, EMG'nin analizinde en çok güvenilebilecek parametreler olduğu gösterilmiştir. Medyan frekansı, gürültüye diğerine nazaran daha az duyarlıdır. Bu durum, özellikle işaret/gürültü oranının düşük olduğu düşük seviyeli kasılmalarda önemli olmaktadır.

Mod frekansı, spektrumun tepe noktasının frekansıdır. Medyan ve ortalama frekans değişimlerine benzer değişimler gösterir. Yüksek doğrulukta belirlenebilecek bir parametre değildir.

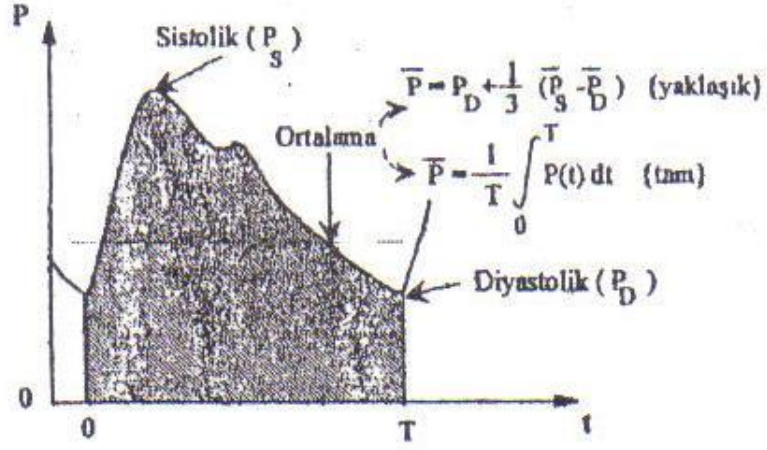
Ortalama alma işlemi sistemlerine örneklerden biride ortalama alan kardiyotakometre cihazlarıdır. Bu tip düzenlerde, belirli süre içerisinde ortalama kalp vuru hızı ölçülür. Şekil 1.34'de böyle bir düzenin blok diyagramı gösterilmiştir.



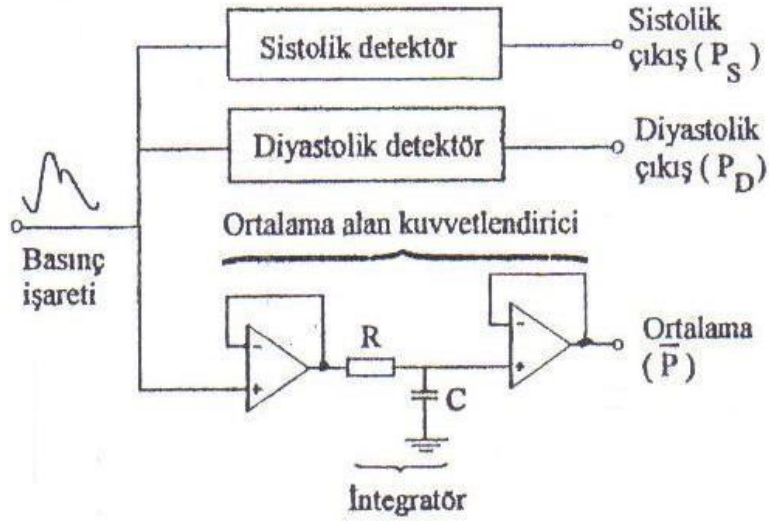
Şekil 1.34: Ortalama alan kardiyotakometrenin blok diyagramı

Elektrodlar yardımıyla elde edilen EKG işaretleri, kuvvetlendirildikten sonra, band geçiren filtreden geçirilip eşik dedektörüne uygulanır. Filtre, alçak frekanslar bölgesindeki gürültüleri ve de seviye kaymasının eşik dedektöründe ortaya çıkaracağı olumsuz etkiyi yok eder. Filtre çıkışındaki işaret, QRS kompleksini karakterize eder. Darbe üreticinin çıkışında elde edilen darbenin süresi, Q-S süresinden uzun tutulmuştur. Darbe üreticinin çıkışı, alçak geçiren filtre girişine uygulanır. Filtre çıkışı gösterici ve karşılaştırıcı devreye birlikte uygulanmaktadır. Gösterici kalp vuru hızının ortalama değerini gösterir. Karşılaştırıcı ise kalp vuru hızının, ayarlanan bir değer üstüne geçmesi halinde alarm devresinin çalışmasını sağlar.

Ortalama alma işleminin yapıldığı bir başka sistemde ortalama arter basıncı ölçme sistemleridir. Şekil 1.35'de arter basıncının zamanla değişimi, sistolik, diyastolik basınçlar, ortalama basıncı yaklaşık ve tam veren bağıntılar gösterilmiştir. İntegral alma işlemi bir integral alma devresiyle yapılabilir.



Şekil 1.35: Arter basıncının değişimi ve ortalama basıncı veren bağıntılar

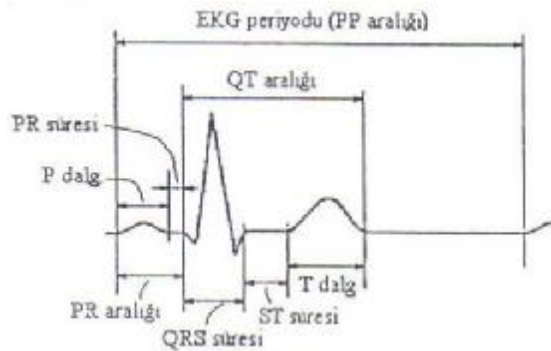


Şekil 1.36: Sistolik, diyastolik ve ortalama basıncın ölçme düzeni blok şeması

1.4.2. Şekillendirme

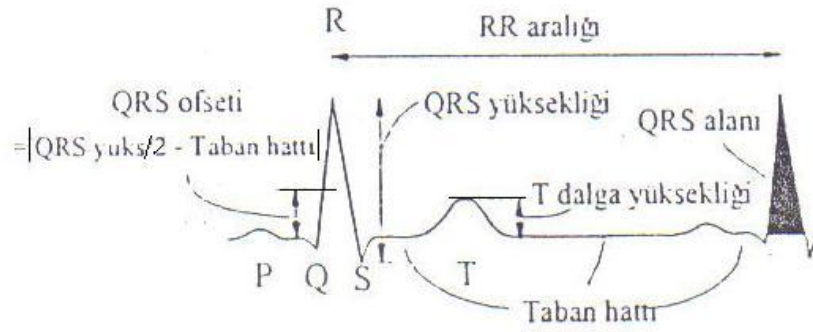
EKG işaretleri bilindiği üzere kalp hastalıklarının teşhisinde kullanılır. Teşhis işaretin zaman içindeki değişimlere bakılarak yapılır. EKG işaretine bakan uzman doktorun, işaretteki şekil bozukluklarından birisini yakalayıp hastalık teşhisine gittiği günümüzde, artık bu işin günümüzde bilgisayarlarda bu amaç için geliştirilmiş programlara yaptırılması ihtiyacı önem kazanmaktadır. Bilgisayarlar bu yönden, doktorun kısa zamanda az çabayla sonuca varmalarına olanak sağlamaktadır. Bunun için tek yapılacak iş, doktorun işarete baktığı gibi işarete bakıp yorumlayabilen ve yorumunda az hata yapan programların geliştirilmesidir. Burada bilgisayardan beklenen, doktor için zahmetli ve sıkıcı olup bilgisayarların ise hemen ortaya çıkarabileceği parametre değerlerinin veya bunların zamanla değişimlerinin, işaret gözlenirken hesaplanıp doktorun incelemesine sunmaktır. Hastalık teşhisinde de kullanılacak sınıflama işlemlerinde, işaret modellemesiyle gerçekleştirilen, örneklenmiş işaretin örnek sayısına göre işareti temsil eden çok daha az sayıdaki model parametrelerinin analizi, sınıflamayı kolaylaştırmakta ve gerçek zaman sınıflamasına olanak sağlamaktadır. Parametre bulma işlemi, genel olarak yapısı ve ifadeleri ortaya konmuş modelleme sonucunda gerçekleştirilmektedir. Model ise; yapısı, davranışları ve çalışması incelemek istenen sistemin, açıklanabileceği ortamdaki temsil edilmiş biçimidir. Model kurarken işaretin dinamik bağıntılarından yararlanılabildiği gibi, sistemin giriş ve çıkışları arasındaki ilişkilerden de yararlanılmaktadır. Model kurmak anlamına gelen modellemede, domenler arası analoginin, simülasyonun, değişken dönüşümlerinin, model yapısının kurulmasının, sistem iç büyüklükleri arasında tanımlanacak olan bağıntıların ve model parametrelerinin bulunmasının önemi büyüktür. İşaret şekillendirmede kullanılan bilgisayar programı olarak, esnekliği ve bu tür karmaşık uygulamalara uygunluğundan dolayı sayısal filtrelemede de kullanılan matlab programlama dili seçilmektedir.

İşaret şekillendirmede bulunan parametrelere en açık örnek EKG işaretlerinin dedeksiyonu olarak verilebilir. EKG işareti için, ST segmenti uzunluğu, birbirini izleyen R dalgaları arası RR zaman aralıklarının değişimi ve QRS genliği olabilmektedir. 1.4.1. nolu konuda verilen parametrelerin dışında, sistem hakkında daha ayrıntılı bilgi veren sisteme özgü parametreler de zaman domeni parametreleri olarak kullanılmaktadır. EKG işareti için kullanılan bazı zaman aralığı ve süreleriyle ilgili parametreler şekil 1.37’de gösterilmiştir. Bu parametreler; EKG periyodu (PP aralığı veya RR aralığı), QT aralığı, PR aralığı, P dalgası süresi, T dalgası süresi, QRS süresi ve ST segmenti süresi olarak sıralanabilir.



Şekil 1.37: EKG işaretine ait tipik zaman aralıkları ve süreleri

QRS dedeksiyonu için kullanılan bazı parametrelerde şekil 1.38’de gösterilmiştir. Bunlar, QRS alanı, QRS yüksekliği, QRS ofseti ve QRS süresidir. Bu parametrelerin dışında, taban hattına olan yüksekliklerle ifade edilen R dalgası, P dalgası, Q dalgası, S dalgası ve T dalgası yükseklikleriyle ST segmentinin taban hattından olan (yükselme ve çökme olarak) yüksekliği de, kullanılan EKG parametrelerindedir. Pratikte, işaret işlendikten sonra ortaya çıkan parametrelerin kullanıldığı durumlarla da karşılaşılmaktadır. Bunlara örnek olarak; ST segmentinin ve T dalgasının eğimleri, işaretin birinci ve ikinci türevlerinin alınmasından sonra ve işarete homomorfik filtreleme gibi başka domenlere taşıyan dönüşümler uygulanmasından sonra ortaya çıkan parametreler verilebilmektedir.



Şekil 1.38: QRS dedeksiyonunda kullanılan bazı EKG parametreleri

1.5. Analog İşaretlerin Sayısal İşlenmesinde Parametre (Öznitelik) Bulma

Elde edilen işaretin teorik özellikleri incelendiğinde çeşitli parametreler ortaya çıkar. Bir biyolojik işaretin parametrelerin seçimi, sadece bilinen teorik işaret koşullarına belirlenmez; fizyolojik açıdan da bir anlam taşıyor ve sağlam temellere oturuyor olması gerekir.

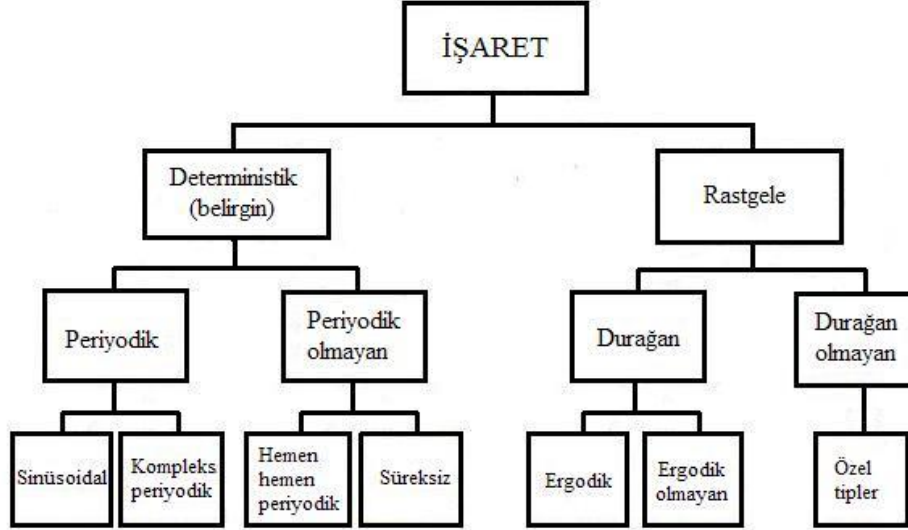
1.5.1. Biyolojik İşaretlerin Parametreleri

Biyolojik işaretlerin en önemli parametreleri şu şekilde sıralanabilir.

- Ø İşaret, yapılabiliyorsa periyodik işarete yaklaştırılarak periyodunun bulunması.
- Ø İşaretin yapısına göre gecikme süresinin elde edilmesi.
- Ø Belirgin olduğu varsayılan işaretlerde karakteristik noktaların tepe değerlerinin ölçümü.
- Ø Şekil faktörlerinin (bir dalganın yükselme ve düşme hızı, dalganın süresi ve işaretin belli bir kısmının altında kalan alan, QRS alanı v.b.) bulunması.
- Ø İşarete ait güç spektrumu ve bu spektrumun ağırlık merkezinin bulunması.
- Ø İşaretin belli frekanslardaki faz açılarının bulunması.

1.6. Biyolojik İşaretlerin Sınıflandırılması

Biyolojik ve fiziksel sistemlerden elde edilen işaretlerin çeşitli özellik ve karakteristikleri vardır. Uygun işaret işleme metotlarının uygulanabilmesi için işaretin ve işarete karışmış olan gürültülerin genel karakteristiklerinin bilinmesi önem kazanır. Şekil 1.30'da gösterildiği gibi sınıflandırılan işaretler iki ana grup altında toplanır. Deterministik (belirgin) ve rastgele işaretler.



Şekil 1.39: İşaretlerin sınıflandırılması

Deterministik olarak da ifade edilen bu işaretler, açık ve belirgin matematiksel bağıntılarla ifade edilen işaretlerdir. Bu bağıntılar, zaman yada frekansın birer fonksiyonu şeklindedir ve sonlu sayıda terim bulundurlar. Rastgele işaretler ise tam olarak matematiksel bağıntılarla ifade edilemezler, ancak olasılıkları ve istatistiksel ortalamaları ile belirlenebilirler. Pratikte ise tam olarak matematiksel bağıntılarla ifade edilen bir işaret bulmak zordur, diğer yandan rastgele işaret de bulmak mümkün değildir. Yine de işaretleri durumuna göre getireceği hataları da bilerek ve sonuçlarına katlanarak bu ki gruptan uygun olanına sokmamız mümkündür. Örneğin EKG işaretine bakıldığında ve bunun QRS kompleksi ile ilgilenildiğinde, işaretin bu QRS dilimi belirgin olacak, fakat R aralığının değişimi ile ilgilenildiğinde ise bu değişim rastgele olacaktır.

İşaret işleme açısından diğer bir sınıflamada işaretler, ayrık ve sürekli işaretler olarak iki gruptur. Genel olarak sürekli işaretler, zaman içinde herhangi bir anda tanımlanabilirler. Bu işaretlere uygulanan işaret işleme metotları; fourier ve laplace transformları ve diğer analog metotlardır. Donanım açısından bu işaretler, analog sistemlere (filtreler, kuvvetlendiriciler, analog bilgisayarlar) uygulanırlar veya bu sistemlerde işlenirler. Ayrık işaretler ise ancak belli zaman noktalarında (belli anlarda) tanımlıdırlar. Genellikle bu işaretler, genlik olarak da örneklenirler. Bu yüzden ayrık işaretler, sürekli işaretlerin zaman içinde örneklenmiş ve genlik olarak kuantalanmış şekilleridir. İşaretler genellikle ADC elemanları yardımıyla ayrıklaştırılsa da buna gerek kalmadan, pratikte ayrık işaretleri hazır olarak bulmak da mümkündür. Sayısal işaret adını verdiğimiz bu işaretler, yazılım ve donanım açısından dijital bilgisayarları ihtiva eden dijital sistemlerde işlenirler.

1.6.1. Belirgin İşaretler

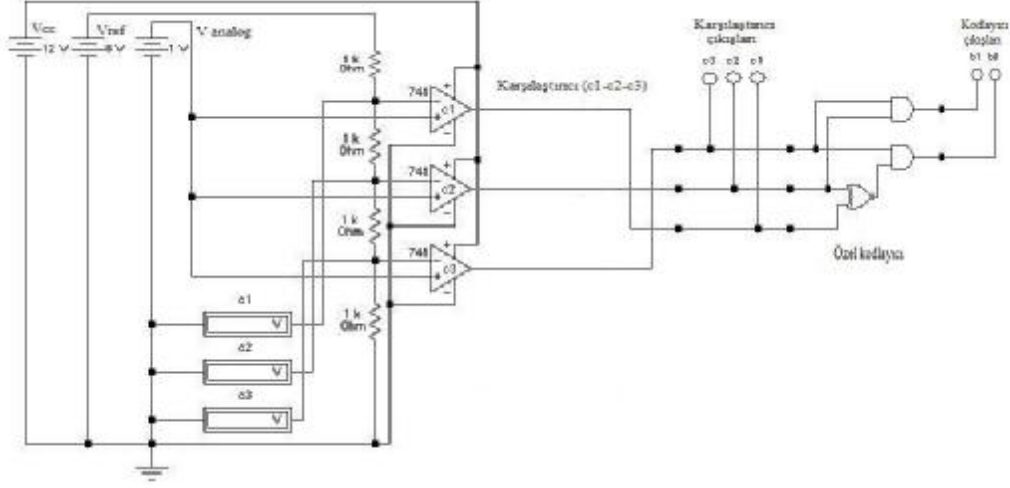
Belirgin işaretler, periyodik ve periyodik olmayan işaretler diye iki alt guruba ayrılırlar. Periyodik işaretler, her t için $x(t)=x(t+T)$ bağıntısını sağlayan işaretlerdir. Burada T periyot adını alır. Periyodik işaretler, bir periyodunun kısımlarının tüm işareti belirlemesi nedeniyle, işaret işleme ve işaret tanımlama açılarından kolaylık arz ederler. Frekans domenin de ise, periyodik işaretler fourier serileri ile temsil edilirler. Bu domende, temel frekans ve harmonik bileşenler söz konusu olur. Periyodik olmayan işaretlerde de hemen hemen periyodik ve süreksiz işaretler olmak üzere iki kısma ayrılırlar. Hemen hemen periyodik işaretler, birbirinden bağımsız ve periyotları farklı işaretlerin kombinasyonu sonucu meydana gelirler. Süreksiz işaretler ise zaman içinde kısa bir süre ortaya çıkan ve periyodik olmayan işaretlerdir.

1.6.2. Rastgele İşaretler




Rastgele işaretler, işlenmesi daha zor olan işaretlerdir. Bir rastgele işaret, rastgele işlemin bir örnek fonksiyonudur. Bu örnek fonksiyonların oluşturduğu işaret, topluluk adını alır. Rastgele işaret, birleşik olasılık yoğunluk fonksiyonu ile belirlenir.

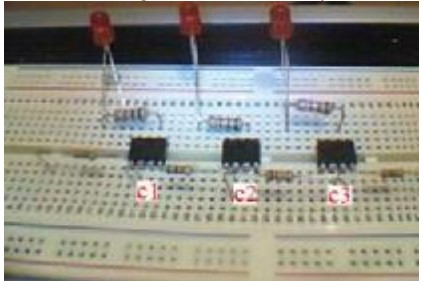
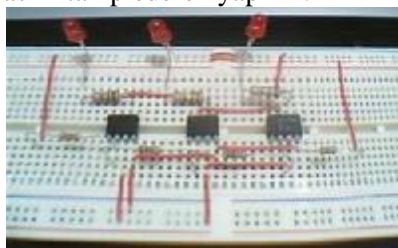
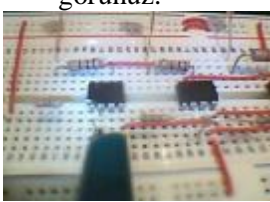

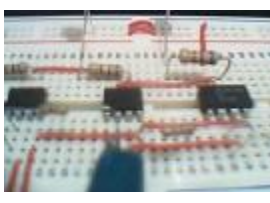



Rastgele işaretler, durağan(stasyon) ve durağan olmayan işaretler olmak üzere iki alt gruba ayrılır. Durağan işlem, öyle bir işlemdir ki istatistiksel özellikleri zamanla değişmez. Bu gruba giren önemli bir rastgele işaret, ergodik işaret adını alır ve bu işaret için herhangi bir t anında topluluk elemanları üzerinde alınan topluluk ortalaması, elemanlardan birinin zaman üzerindeki ortalamasına eşittir. Durağan olmayan işlem, en zor işlenen işlemdir ve bu yüzden hatalı olduğunu bile bile işlemi ergodik işlem varsayma yoluna gidilir. Örneğin, EEG işaretini işlerken elimizde tüm topluluk olmayıp sadece bir örnek fonksiyon bulunabilir ve bu yüzden ergodiklik varsayımı yapılarak gerekli istatistiksel özellikler, bu örnek fonksiyonun zaman içindeki değişiminden elde edilme yoluna gidilir. Durağan olmayan işaretler için işleme metotları pek etkili olmadığından durağan olmayan işaret, her biri durağan varsayılan dilimlere (segmentlere) ayrılır. Segmentlerin uzunluğu durağan olmayanlığın özelliklerine bağlıdır. Örneğin ses işaretleri için segment uzunluğu 10 ms. iken EEG işaretleri için birkaç saniyedir.

UYGULAMA FAALİYETLERİ



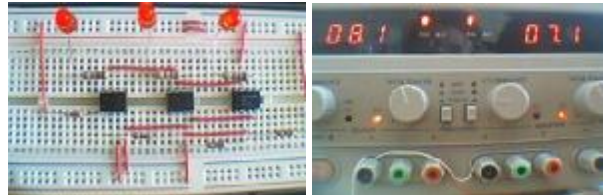
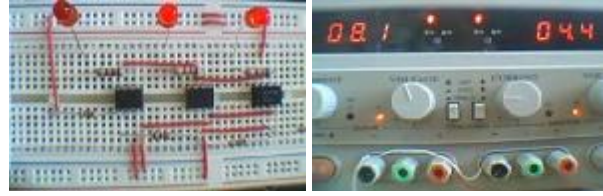
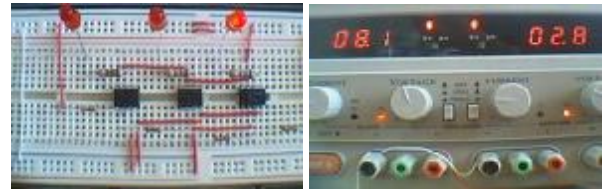
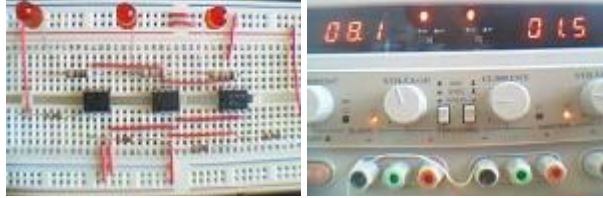
Uygulama 1.1. Şekildeki Paralel Karşılaştırmalı ADC devresini deney setine veya gerekli malzemeleri temin ederek deney borduna aşağıdaki işlem basamaklarına uygun olarak kurunuz, öğretmenin gözetiminde çalıştırınız ve gerekli ölçümleri talimatlara uyarak yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>Ø Paralel Karşılaştırmalı (Flash) ADC Çevirici devresi elemanlarının sağlamlık kontrolünü yapınız.</p>	<p>Ø İş önlüğünüzü giyerek çalışma masanızı düzenleyiniz. Devre şemasında verilen malzemeleri temin ediniz.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elemanların fiziksel kontrolünü yapınız. • Elemanların sağlamlık kontrolünü yapınız.   

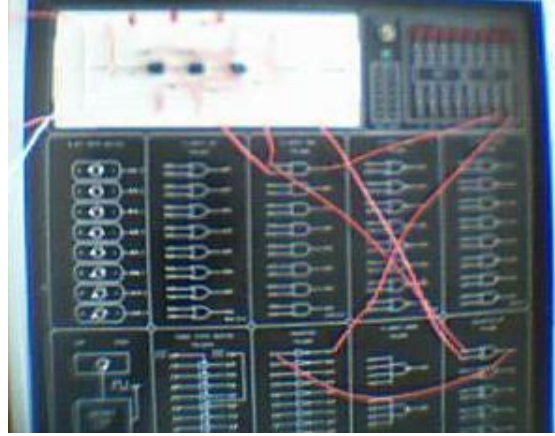
<p>Ø ADC devresini devre şemasına göre kurunuz.</p>	<p>Ø Elemanları board üzerine hasar vermeden dikkatli ve düzgün bir şekilde yerleştiriniz.</p>  <p>Ø Elemanlar arası kablo bağlantılarını devre şemasını takip ederek yapınız.</p> 
<p>Ø Devreye gerilim uygulayınız.</p> <p>Ø ADC devresinin referans gerilim değerlerini ölçünüz.</p>	<p>Ø Öğretmeninize devrenizi kontrol ettirerek gerilim uygulayınız.</p> <p>Ø Ölçü aleti ile ölçüm yaparken dikkatli olunuz.</p> <p>Ø Ölçüm sonuçlarını, 1.1.2.1 nolu konudaki verilen değerlerle karşılaştırarak doğruluğunu görünüz.</p>      

- Ø ADC devresini çalıştırınız.
- Ø Uyguladığınız giriş gerilimlerine opamp çıkışlarını kontrol ediniz.

- Ø Şekil 1.2 deki mevcut tabloda verilen referans değerlerini devreye uygulayınız.
- Ø Op-amp çıkışlarını led lambaları takip ederek gözlemleyiniz.
- Ø Sonuçları tablo ile karşılaştırarak doğruluğunu kontrol ediniz.

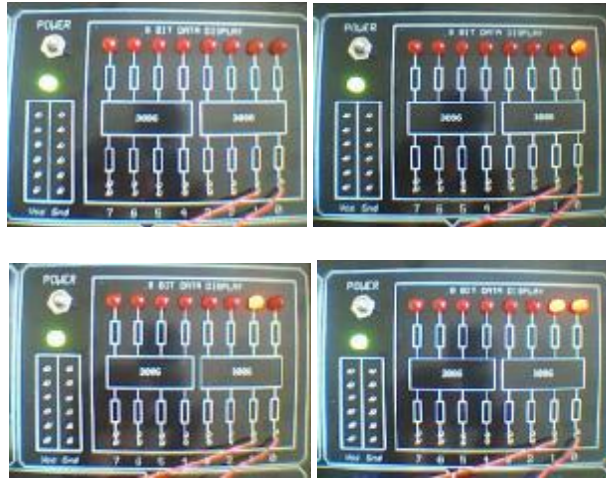


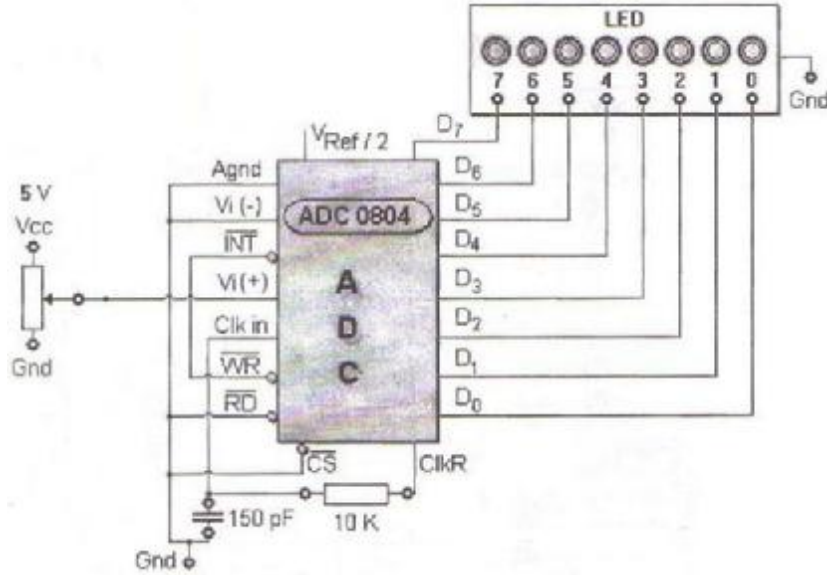
- Ø Özel kodlayıcı devresini mevcutsa deney seti üzerinde veya gerekli malzemeleri temin ederek board üzerine kurarak ADC devresine ekleyiniz.



- Ø Kodlayıcı devresini yapınız.
- Ø Kodlayıcı çıkış ledlerinin durumunu gözlemleyiniz.

- Ø Bir önceki işlem basamağında verilen giriş değerlerini tekrar uygulayarak kodlayıcı çıkışındaki ledlerin durumlarını gözleyiniz.
- Ø Şekil 1.2 deki tabloda verilen binary değerlerle karşılaştırıp sonuçları doğrulayınız.

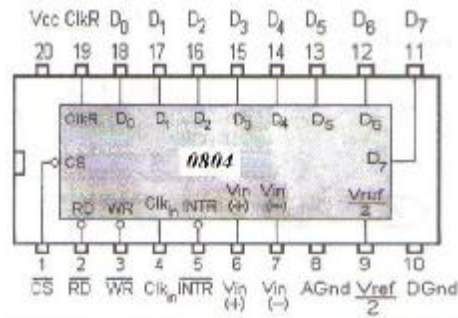




Uygulama 1.2. Şekildeki devreyi deney seti üzerinde yada gerekli malzemeleri temin ederek board üzerine kurunuz. Öğretmeniniz gözetiminde çalıştırınız. Giriş gerilim değerini değiştirerek çıkış ledlerini gözlemleyiniz. Sonuçların bir kısmını aşağıdaki tabloya kaydederek öğretmeninizle beraber kontrol ediniz.

Araç-Gereç ve Malzeme listesi:

- Ø 5...12 V DC güç kaynağı
- Ø ADC 0804
- Ø 10 K pot
- Ø 10 K
- Ø 150 pF
- Ø 8 x led diyot
- Ø Bread bord
- Ø İletken
- Ø El takımları
- Ø Ölçü aleti



Giriş Gerilimi	7 6 5 4 3 2 1 0	Giriş Gerilimi	7 6 5 4 3 2 1 0
..... V V	.....
..... V V	.....
..... V V	.....
..... V V	.....
..... V V	.....
..... V V	.....
..... V V	.....
..... V V	.....

KONTROL LİSTESİ

	Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır	Neden
1.	Yapacağınız işlemi anladınız mı?			
2.	Devre malzemelerini temin ettiniz mi?			
3.	İş güvenliği tedbirlerini aldınız mı?			
4.	Malzemelerin sağlamlık kontrolünü ve fiziksel muayenesini yaptınız mı?			
5.	Devre malzemelerini bord üzerine yerleştirdiniz mi? (Deney seti için dikkate almayınız)			
6.	Devrenin kablo bağlantılarını yaptınız mı?			
7.	Bağlantı kontrollerini yaptınız mı?			
8.	Devreye gerilim uygulayarak çalıştırdınız mı?			
9.	Giriş gerilim değerlerini ölçtünüz mü?			
10.	Ölçtüğünüz değerleri tabloya kaydettiniz mi?			
11.	Giriş gerilimine göre ledlerin durumlarını gözlemlediniz mi?			
12.	Gözlem sonuçlarını tabloya kaydettiniz mi?			
13.	Tablodaki değerlerin doğruluğunu öğretmeninizle birlikte kontrol ettiniz mi?			

DEĞERLENDİRME

Kontrol listesindeki hayır şeklinde cevapladığımız kısımların nedenlerini belirleyiniz. Belirlediğiniz nedenleri göz önüne alarak problemi çözme yoluna gidiniz. Bu konuda ilgili modülden veya öğretmeninizden yardım alabilirsiniz. Kontrol listesindeki istenen davranışları başarıyla tamamladıysanız, bu faaliyette eksik olduğunuzu düşündüğünüz konular varsa; tekrar bilgi sayfasına dönerek eksik olan yönlerinizi ders öğretmeninizden de yardım alarak tamamlayabilirsiniz.

Tüm sorulara doğru cevap verdiyseniz ölçme değerlendirme sorularına geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Boş olan kısımları doldurunuz. Cevaplarınızı cevap anahtarından kontrol ediniz.

1. ADC devrelerinde, fiziksel değişimlerden elde edilen analog işaretler örneklenir, forma dönüştürülür ve elde edilen işaretler işlemine tabi tutulur.
2. ADC çevirici çıkışının giriş değerine verdiği tepkiye denir.
3. ADC çeviricilerin temel yapısı, op-amp'la yapılmış devresi ve devresinden oluşur.
4. Örnekleme sonucunda elde edilen PAM sinyalinin örnek alınan genlik değerlerinin kodlanarak sayısal hale çevrilebilmeleri için işleminin yapılması gerekmektedir.
5. Wiener, Kalman ve Otoregresif gibi filtreler filtreler gurubuna girmektedir.
6. Sıkıştırılacak örneklerin sayısının, sıkıştırılmış örneklerin sayısına oranı oranını verir.
7. Bilginin sabit örnekleme hızı ile örneklenmesi ve daha sonra, önceki ve sonraki örneklerle veya referans değerlerle kontrolü yapılarak bazı bilgi örneklerinin atılması işlemine işlemi denir.
8. İşaretin bilgi değişim hızına göre örnekleme hızını değiştiren tekniğe denir.
9. Açık ve belirgin matematiksel bağlantılarla ifade edilen işaretlere işaretler denir.

Sorulara verdiğiniz cevaplar ile cevap anahtarınızı karşılaştırınız, cevaplarınız doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz. Yanlış cevap/cevaplar verdiyseniz modülün ilgili bölümüne dönerek konuyu tekrar ediniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ- 2

AMAÇ

Sayısal sinyallerin analoğa çevrilmesi devresinin uygulamasını yapabileceksiniz.

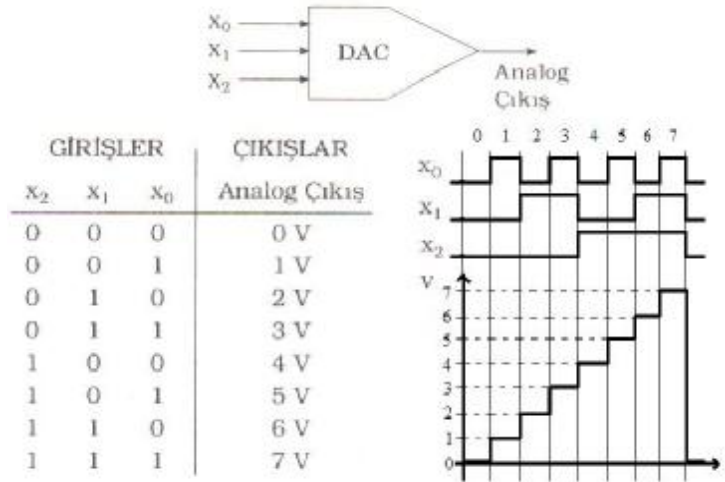
ARAŞTIRMA

- Ø Bulduğunuz ortamdaki elektronik cihazlarda analog göstergeler veya analog monitörler arayınız. Mevcut cihazların bu birimlerini süren sürücü devrelerini inceleyiniz.
- Ø İlgili teknik servisleri gezerek sayısal - analog (DAC) çevirici devreleri içeren cihazların şemalarında ilgili bölümleri sorarak inceleyiniz.
- Ø Katalog ve devre şemalarından DAC devre elemanlarını tespit ederek yapılarını inceleyiniz.
- Ø DAC devrelerin çalışması ve kullanım alanları hakkında ilgili kurumlardan ve sanal ortamdan faydalanarak kaynak taraması yapınız.
- Ø Topladığınız bilgi ve dokümanları rapor haline getiriniz.
- Ø Hazırladığınız raporu atölyede tartışınız.

2. SAYISAL SİNYALLERİN ANALOĞA ÇEVİRİLMESİ

2.1. Sayısal İşaretlerin Analog İşlenmesinde Veri Toplama (DAC Çeviriciler)

1 ve 0 gibi sayısal giriş bilgilerinin, akım veya gerilim olarak çıkıştan elde edilmesine Sayısal Analog Çevirme bu işlemi yapan devrelere de Sayısal Analog Çevirici Devreler denir. Bunlar DAC veya D/A olarak kısaltılabilir.



Şekil 2.1: DAC blok diyagramı, doğruluk tablosu ve giriş-çıkış diyagramları

Şekil 2.1’de 3 bitlik DAC prensibi diyagramlarla gösterilmiştir. Girişe uygulanan her bir sayısal girişin analog bir gerilim karşılığı bulunmaktadır. Yukarıdaki şekilde verilen gerilim değerleri örnek mahiyetinde olup istendiğinde devrede yapılacak değişikliklerle yeni değerler oluşturulabilir. Yine devrede yapılacak değişikliklerle giriş sayısı azaltılabilir yada artırılabilir.

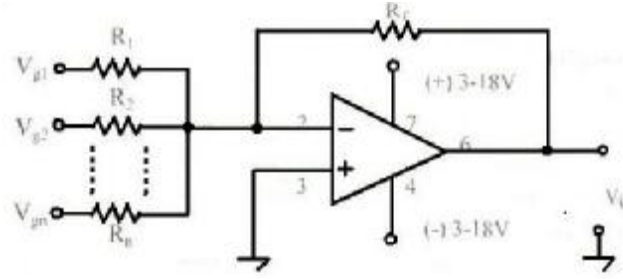
2.1.1. Yapısı

DAC’lerde, girişindeki sayısal verileri analoğa çevirme işleminde belirleyici öneme sahip iki özellik vardır. Bunlar;

Hassasiyet: Çevirici çıkışının, giriş değişkenlerine gösterdiği tepkiye hassasiyet denir. DAC’lerde hassasiyeti girişlerdeki bit sayısı belirler. Giriş bit sayısı arttıkça hassasiyette artacaktır. Örneğin 4 bitlik bir DAC, $2^4=16$ çıkış seviyesine sahiptir ve hassasiyeti 16’da 1’dir. Giriş sayısı 8 bite çıkartılırsa hassasiyet 256’da 1’e çıkar.

Doğruluk: Girişe göre çıkıştan elde edilmesi beklenen teorik çıkışla, elde edilen çıkışın karşılaştırılmasına doğruluk denir. DAC’lerde doğruluk, çıkışlarındaki maksimum gerilim yüzdesi olarak veya yüzde hatalı gerilim olarak elde edilir. Örneğin, 24 Voltluk maksimum çıkış gerilimine sahip bir DAC’de %0.2 doğruluk varsa, bu durumda maksimum hata $0.002 \times 24 = 0.048$ V yani 48mV olacaktır.

DAC yapısında temel devre olarak op-amp’lı toplayıcı devresi kullanılmaktadır. Toplayıcı devresinin yapımında eviren yükselteç devresi kullanılmıştır. Eviren giriş uçlarına bağlanan giriş sinyallerinin toplamı 180o faz farklı ve kazanca bağlı olarak çıkıştan alınır. Toplama devresinde giriş sayısı istenildiği kadar artırılabilir. Şekil 2.2’de sizlere konuyu hatırlatmak amacıyla toplayıcı devresinin şekli ve devrenin genel çıkış formülü verilmiştir.

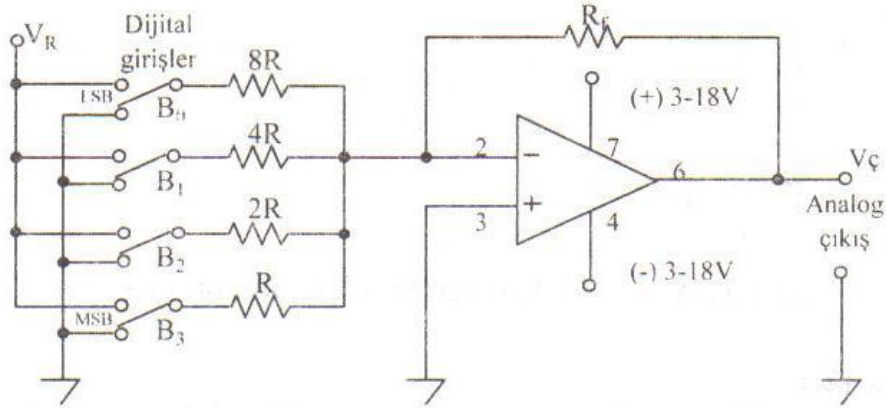


Şekil 2.2: Op-amp'lı toplayıcı devresi

$$\text{Çıkış formülü: } V_{\text{ç}} = - \left(\frac{R_f}{R_1} V_{g1} + \frac{R_f}{R_2} V_{g2} + \dots + \frac{R_f}{R_n} V_{gn} \right)$$

2.1.2. Çeşitleri

2.1.2.1. Ağırlık Dirençli DAC



Şekil 2.3: Ağırlık dirençli DAC devresi

Şekil 2.3'de ağırlık dirençli 4 bitlik DAC devresi görülmektedir. Giriş op-amp'ın negatif girişinden verildiği için çıkış gerilimi 180° faz terslenerek negatif alınır. Girişlerin tümü 0 olduğunda çıkış gerilimi de 0 olur. Her bir girişin çıkışa etkisi aşağıdaki formüllerle hesaplanır.

$$B_0 \text{ anahtarı için, } B_0 \cdot \frac{R_f}{8R} \cdot V_R$$

$$B_1 \text{ anahtarı için, } B_1 \cdot \frac{R_f}{4R} \cdot V_R$$

$$B_2 \text{ anahtarı için, } B_2 \cdot \frac{R_f}{2R} \cdot V_R$$

$$B_3 \text{ anahtarı için, } B_3 \cdot \frac{R_f}{R} \cdot V_R$$

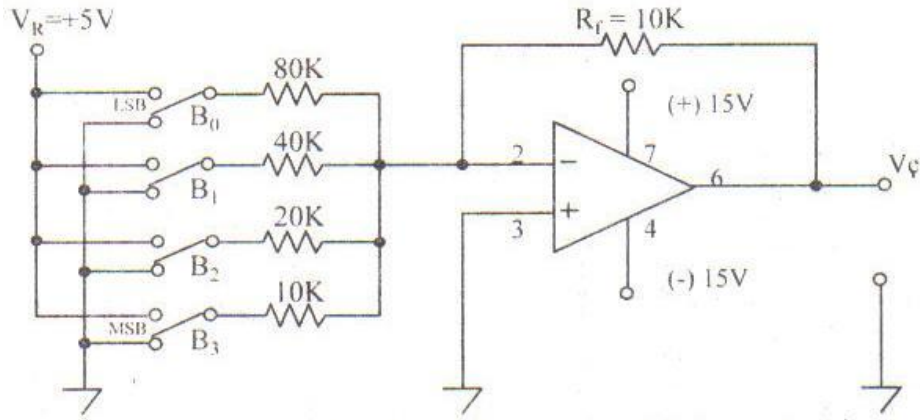
Çıkış gerilimini hesaplamak için, anahtar konumları dikkate alınır. Anahtar konumu 0 yada 1 olabilir. Yukarıdaki her bir anahtar konumu toplanarak, çıkış gerilimi eksi işaretli olarak elde edilir.

$$V_{\zeta} = - \left(B_0 \cdot \frac{R_f}{8R} \cdot V_R + B_1 \cdot \frac{R_f}{4R} \cdot V_R + B_2 \cdot \frac{R_f}{2R} \cdot V_R + B_3 \cdot \frac{R_f}{R} \cdot V_R \right)$$

$$V_{\zeta} = - \frac{R_f}{R} \cdot V_R (1/8 \cdot B_0 + 1/4 \cdot B_1 + 1/2 \cdot B_2 + B_3)$$

Ağırlık dirençli DAC'de $R_f=R$ seçilmesi uygun olur.

Örnek:



Şekil 2.4: Ağırlık dirençli örnek ADC devre

Şekil 2.4'deki devrede $B_0=1$, $B_1=0$, $B_2=0$, $B_3=0$ olduğuna göre çıkış gerilimini hesaplayınız.

$$V_{\zeta} = - \frac{R_f}{R} \cdot V_R (1/8 \cdot B_0 + 1/4 \cdot B_1 + 1/2 \cdot B_2 + B_3)$$

$$V_{\zeta} = - \frac{10}{10} \cdot 5 (1/8 \cdot 1 + 1/4 \cdot 0 + 1/2 \cdot 0 + 0)$$

$$V_{\zeta} = -5 (0,125)$$

$V_{\text{ç}} = -0,625 \text{ V}$ bulunur.

B_0 en ağırlıksız bit (LSB) olup aynı zamanda devrenin hassasiyetini gösterir. Devrenin her bir basamak değeri $0,625 \text{ V}$ 'tur. 0. basamakta çıkış gerilimi 0 V , 15. basamakta ise $V_{\text{ç}} = 15 \cdot 0,625 = 9,375 \text{ V}$ olur.

Yine şekil 2.4'deki devrede $B_0=1, B_1=0, B_2=1, B_3=0$ olduğuna göre çıkış gerilimini hesaplayınız.

$$V_{\text{ç}} = -\frac{R_f}{R} \cdot V_R (1/8 \cdot B_0 + 1/4 \cdot B_1 + 1/2 \cdot B_2 + B_3)$$

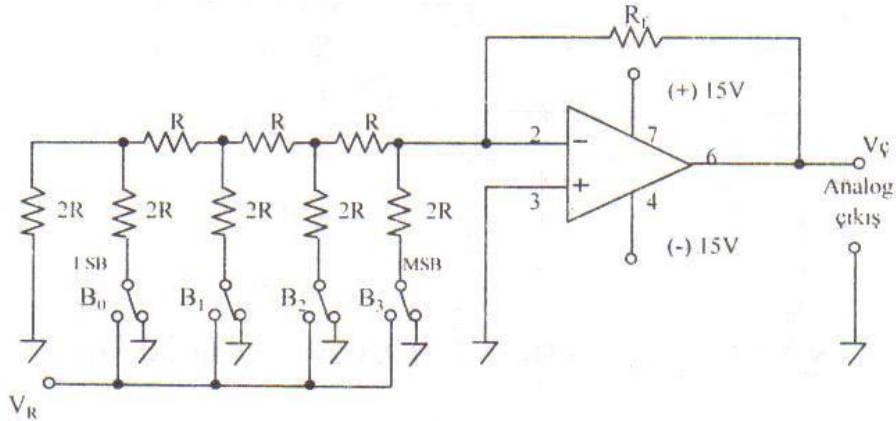
$$V_{\text{ç}} = -\frac{10}{10} \cdot 5 (1/8 \cdot 1 + 1/4 \cdot 0 + 1/2 \cdot 1 + 0)$$

$$V_{\text{ç}} = -5 (0,125 + 0,5)$$

$$V_{\text{ç}} = -5 (0,625)$$

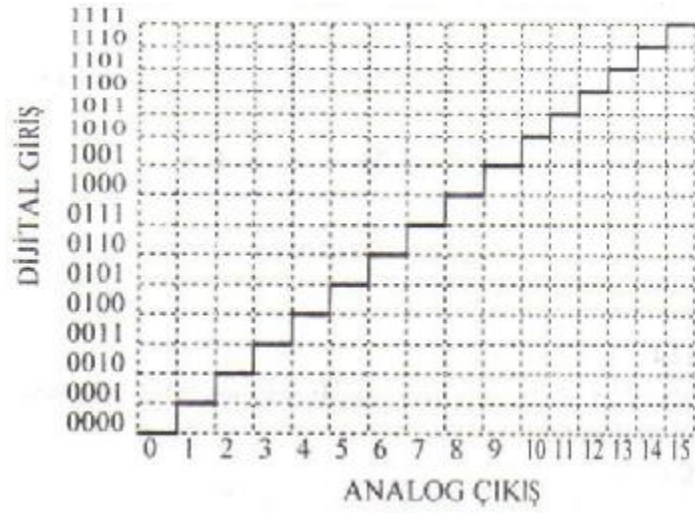
$$V_{\text{ç}} = -3,125 \text{ V}$$
 bulunur.

2.1.2.2. Temel R-2R Merdiven Tipi DAC Çevirici



Şekil 2.5 R-2R merdiven tipi DAC çevirici

Dirençlerin R-2R olarak sıralanması, çıkış dalga şeklinin merdiven basamağı şeklinde artması sebebiyle bu tip çeviriciler R-2R merdiven tipi DAC çevirici adını alır.



Şekil 2.6: R-2R merdiven tipi DAC çeviriciye ait giriş-çıkış grafiği

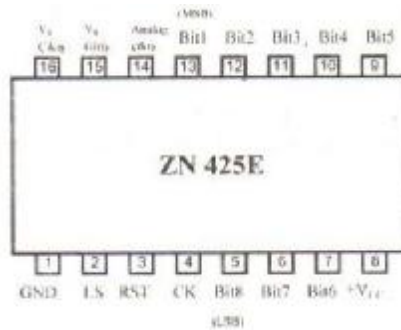
B_0 en ağırlıksız bit (LSB) olup, devrenin hassasiyetini belirler. Referans geriliminin 16'da 1'i kadar çıkışı etkiler. Her bir basamak değeri B_0 'm etkilediği değer kadar artar. B_3 en ağırlıklı bit (MSB) olup, çıkışa referans gerilimi kadar etki eder.

Devre 4 bitlik olduğundan girişler çıkışı 16 basamak halinde etkiler. Örneğin şekil 2.6'da girişler 0011 iken analog çıkışın 3 birim olduğu görülür.

R-2R merdiven tipi DAC çevirici incelenirken, sayısal giriş bilgisi içeren anahtarların 0 ve 1 durumlarına göre devrenin thevenin eşdeğeri alınır. Yani thevenin eşdeğerli devre örnek çözümlerinde kolaylık sağlamak amacıyla kullanılır.

2.1.2.3. DAC Entegre Devreler

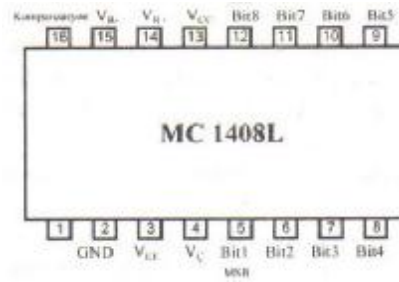
Sayısalan analoğa çevirme işlemini yapan devreler paketlenmiş olarak entegre şeklinde piyasaya sürülürler. Piyasada DAC olarak ZN 425E, MC 1408, AD 557, DAC 0800, DAC 0808 vb. entegreler bulunur.



Şekil 2.7: ZN 425E DAC entegresi

ZN 425E entegresi, hem ADC hem de DAC olarak kullanılmaya müsait şekilde üretilmiştir. Entegre 1 ve 8 nolu ayaklarına uygulanan 5 V tekli besleme kaynağı ile çalışır. 8 bit dijital girişe sahiptir. Entegre içerisinde +2,5 V referans gerilimi üretilir ve 16. ayakta çıkış yapılır. 15 nolu ayak referans girişidir. Dışarıdan bir referans gerilimi uygulanabileceği gibi kendi referans gerilimi de kullanılabilir. Kendi referans gerilimini kullanmak için 16. ayak, 15 nolu ayağa bağlanır.

Şekil 2.8’de MC 1408L DAC entegresi verilmiştir.



Şekil 2.8 MC 1408L DAC entegresi

2.1.3. Kullanım Alanları

Daha önce bahsettiğimiz gibi çevresel faktörleri algılayan sensörlerin ürettikleri sinyaller analog formdadır. Bu sinyallerin sayısal ortamda işlenebilmesi için gerekli olan ADC devrelerini önceki konularda gördük. Bu bilgilerin işlenmesi sonrasında tekrar analog forma dönüştürülmesi gerekir. Örneğin sesimizi mikrofon aracılığı ile bilgisayara kaydetme işleminde ADC kullanırken yine aynı bilgisayarın hoparlöründen kayıtlı olan sesi dinlemek için DAC kullanılır. Yine haberleşme sistemlerinde analog bilgi sinyallerinin sayısal olarak iletiminden sonra alıcıya geldiğinde tekrar analoğa dönüştürülmesi gerekmektedir. Analog sinyal olan EKG işareti elektrodlardan alınarak sayısal olarak dönüştürülürken, işlenen sinyalin kağıda dökümünde tekrar analoğa dönüştürmek için DAC’ler kullanılır. DAC’lerin kullanım alanına ilişkin örnekler çoğaltılabilir. Genel olarak özetlenirse DAC’ler, işlemi biten sayısal işaretleri kullanıcıya bilgi amaçlı geri kazandırmak için kullanılan birimlerdir.

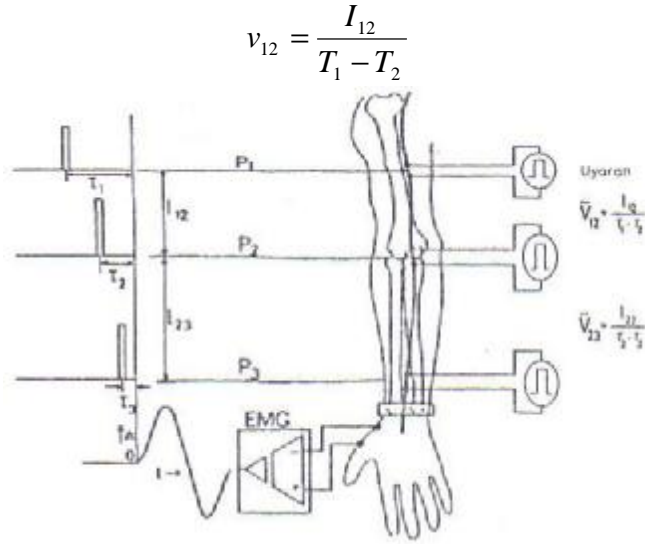
2.2. Sayısaldan Analoga Dönüştürülen Sinyallerin Kullanımı

DAC’ler daha çok işlenmiş verilerin tekrar analoğa çevrilmesinde kullanılır. Buna en iyi örnek de modemlerdir. Analog olarak elde edilen bilgi sayısal olarak çevrilir, modüle edilerek iletilir ve alıcı modemde tekrar analoğa çevrilerek görüntülenmesi sağlanır. Fakat bazı sistemler vardır ki, sinyal sayısal olarak üretilir daha sonra analoğa çevrilerek kullanılır. Bu tür sistemler en çok uyarılmış potansiyel ölçümlerinde, fizik tedavi cihazlarında, böbrek taşı kırma ünitelerinde ve simülatörlerde karşımıza çıkar. Şimdi bu tür sistemlerden bazılarını kısaca göz atalım.

2.2.1. Uyarı Sinyalleri

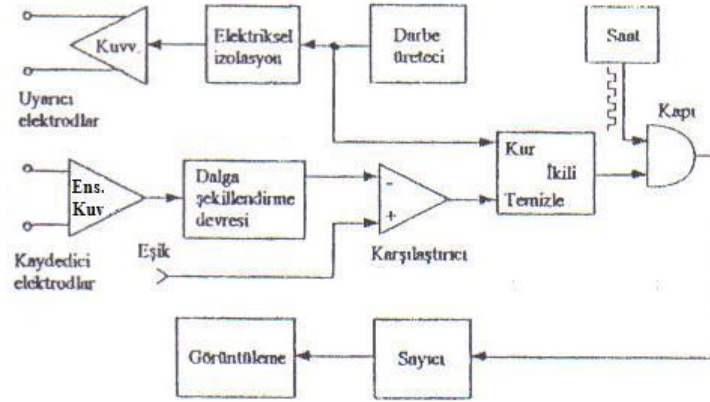
Sinir sistemi ile ilgili ölçümler: Sinir sisteminin elektriksel faaliyetinin doğrudan ölçümü nadiren yapılır. Fakat sinir sisteminin diğer sistemler üzerindeki etkisi çoğu fizyolojik ölçümleri etkiler. Çoğu durumlarda duyarlı nöronları özel bir uyarı ile uyarmak ve çeşitli sinirlerdeki cevapları hatta bazı durumlarda çevrede ve merkezdeki bireysel nöronlardaki cevapları ölçmek mümkündür. Ayrıca bireysel sinirleri veya nöronları elektriksel olarak uyarmak ve bu uyarı sonucunda sistemin başka bir yerinde meydana gelen sinirsel darbeleri veya bir kas hareketini ölçmek mümkündür. Yalnız elektriksel uyarı kullanılırken sadece arzu edilen nöronun uyarılmasına dikkat etmek gerekir. Uyarı sonucu komşu nöronların uyarılması yanılığa sebep olabilir.

Şekil 2.9'da ele alınan bir sinirdeki ileti hızının nasıl ölçüldüğü temsili olarak gösterilmektedir. Sinir, P₁ noktasından bir elektriksel darbe ile uyarılmakta ve P₂ ve P₃ noktalarından ise ölçüm elektrodları yardımıyla deri üzerinden uyarana olan cevaplar algılanmaktadır. Uyarı ve ölçüm elektrodları arasındaki uzaklık belli iken, uyarı ve algılama darbeleri arasındaki sürelerde ölçülerek aşağıdaki eşitlik yardımıyla sinir ileti hızı ölçülebilmektedir.



Şekil 2.9: Sinirlerde ortalama ileti hızının ölçülmesi

Şekil 2.10'da sinir iletim hızı ölçüm düzeninin blok diyagramı gösterilmiştir. Darbe üreticinin oluşturduğu darbe, flip flop çıkışını 1 durumuna getirmekte ve kapı üzerinden saat darbelerinin sayıcı ve görüntüleme ünitelerine ulaşmalarını sağlamaktadır. Bu darbe aynı zamanda, izolasyon ünitesi ve kuvvetlendirici üzerinden uyarma işareti olarak deneğe uygulanır. Kaydedici elektrodların bir işaret algılaması halinde bu işaret, karşılaştırıcı üzerinde flip flopun temizle girişine uygulanır. Bu durum, flip flopun çıkışını sıfırlayarak saat darbelerinin kapı üzerinden sayıcıya geçmesini önlemiş olur. Böylece sayıcı ve görüntüleme ünitelerinde, uyarma ve algılama elektrodlarında oluşan işaretler arasındaki zaman süresi belirlenmiş olur. Sonuçta uyarıcı ve algılayıcı elektrodlar arasındaki uzaklık belli iken, uyarılan sinirdeki sinir ileti hızı ölçülmüş olur. Burada ölçümün sağlıklı olması için tek uyarım yerine düzenli aralıklarla birkaç uyarım sinyali uygulanmaktadır. Darbe üretici içerisinde osilatör kullanılarak eşit zaman aralıklarında sayısal uyarım işareti oluşturulmaktadır. Daha sonra oluşturulan bu uyarı sinyalleri vücuda uygulanmaktadır.



Şekil 2.10: Sinir iletim hızı ölçüm düzeni

Uyarı sinyallerinin oluşturulduğu cihazların en iyi örneklerinden bir tanesi de fizik tedavi cihazlarıdır. Artık günümüz teknolojisinde analog yöntemler kısmen bırakılarak sayısal yöntemler bu tür cihazlarda da başrolü oynamaktadır. Ağrı giderici olarak da bilinen tens cihazının basit bir örneği aşağıda verilmiştir.



Resim 2.1: Komplike tens cihazı

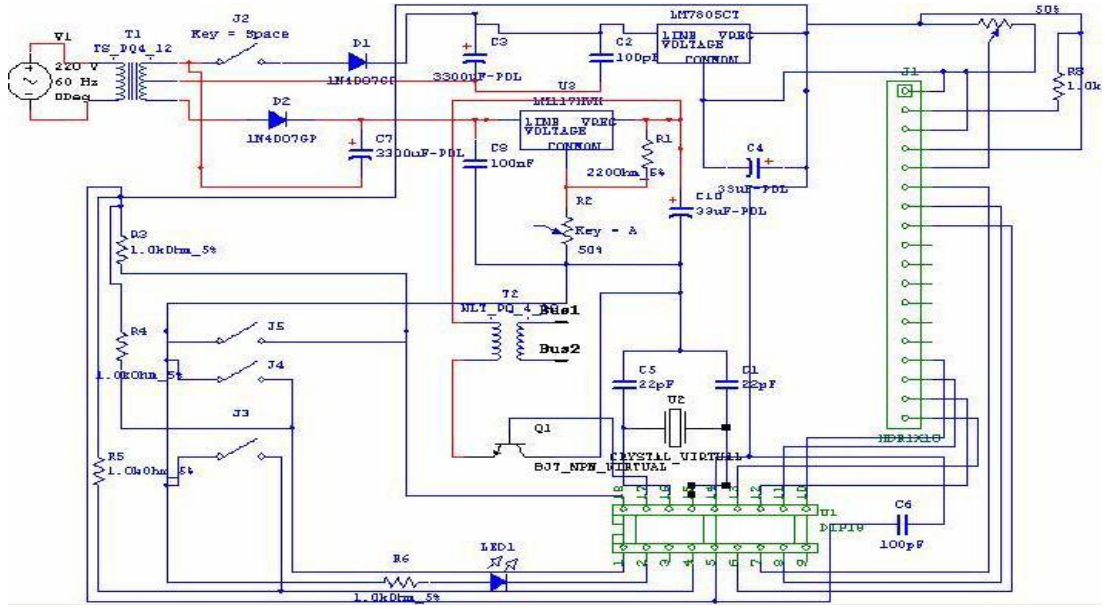
Tens cihazının esas amacı, hastanın cildine yüzey elektrodları aracılığı ile kare dalda özelliği olan akım palslerinin uygulanmasıdır. Ferkansı düşük olan bir akım çeşididir. Şekil 2.11'de basit yapıda tasarlanmış tens cihazının devre şeması görülmektedir. Devre; güç kaynağı, mikro kontrol ünitesi, dalga jeneratörü ve tetikleme kısımlarından oluşmuştur. Devrenin özetle çalışması ise;

Güç Kaynağı: İlk bölüm devrenin besleme güç kaynağı kısmıdır. Bu kısımda devreye gereken güç şehir şebekesinden alınmıştır. 220 V AC voltaj transformatör ile 24V ve 12V 'a indirilmiştir. Güç trafosu için gereken 20 volt ile PIC ve LCD için gereken 5 volt değerleri bu kısımda elde edilip devreye verilir. Trafodan sonra devre, ana güç hattından bir düğme ile ayrılarak güvenlik önemli alınmıştır. Trafodan gelen 24 volt, 1N4007 diyot ve 3300 µF 35V kapasitör ile doğrultulmuş ve yaklaşık 25 V değeri DC olarak elde edilmiştir. Gereken 20 V ise LM317 ayarlanabilir voltaj regülâtörü ile 20 volt seviyesine getirilmiştir. Diğer kısımlara gereken 5 V ise 7805 voltaj regülâtörü ile sağlanmıştır. Yüksek akım çekildiği zamanlarda 7805 entegresinde ısınma olmaması için ise soğutucu plaka ile önlem alınmıştır.

Dalga Jeneratörü: İkinci bölüm ise PIC ve LCD ekran kısmıdır. Cihazı açınca LCD ekranda "Akım tipi Seçiniz?" yazısı görülecektir. Programlanmış dört farklı dalga şekli tuş ile seçilir. 'Seçim' tuşuna her bastığımızda kırmızı LED bir kere yanacak ve 'ok' tuşu ile seçim işlemi tamamlanacaktır. Böylece PIC istenilen komutu alacak ve ona uygun kare dalgayı çıkışı olarak verecektir. Aynı zamanda ise seçilen dalga şeklinin adı ekranın ilk satırında, frekans bilgisi ve zamanı ise ikinci satırda yazacaktır. İstenildiği zaman ise 'reset' tuşu ile program resetlenir ve yeniden seçim yapma durumuna geçilebilir. Eğer seçim yapılırken dörtten fazla kez seçim tuşuna basılırsa, ekranda 'Yanlış seçim lütfen bekleyiniz' yazısı çıkacak ve beş saniye bir zamandan sonra yeniden seçime izin verecektir.

Ayrıca LCD ekran için konulmuş olan trimpot ile ekran kontrast ayarını da isteğe göre yapmak mümkün olur.

Tetikleme Kısmı: Bu bölümde PIC' ten gelen kare dalga sinyali 2N3055 güç transistörün de bir tetiklemeye sebep olacak ve bu tetikleme güç trafosuna aktarılıp, bu trafosu besleyen 20 V ile birlikte trafoda yaklaşık 55 V civarı bir değerde kare dalgamız elde edilecektir. Trafodan elde edilen dalga ise bir potansiyometre üzerinden hasta elektrotlarına uygulanır. Böylece her hastaya göre uygun voltaj değerinde, rahatsızlık yaratmayan seviyelerde tedavi dalgaları elde edilir.



Şekil 2.11: Tens cihazı devre şeması

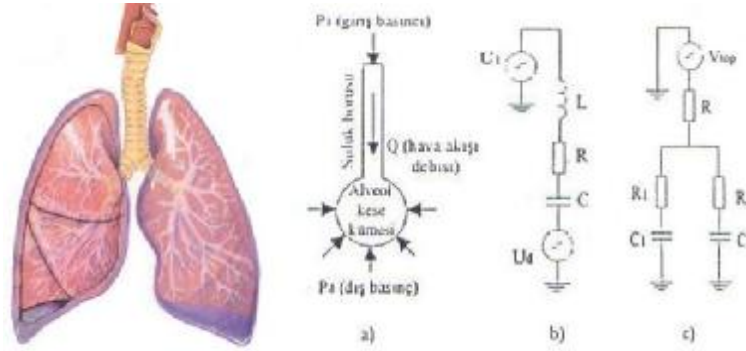
Devrenin çalışma prensibinden, tens cihazının sayısal kontrolünü sağlayan PIC mikrokontrol devresinde uyarı sinyallerinin temeli ve değişken parametreleri belirlenmekte, diğer devre elemanları yardımıyla da çıkışa gerilim olarak uygulanmakta olduğu anlaşılmaktadır.



Resim 2.2: Tens cihazının görünümü

2.2.2. Simülasyon Sinyallerinin Elde Edilmesi

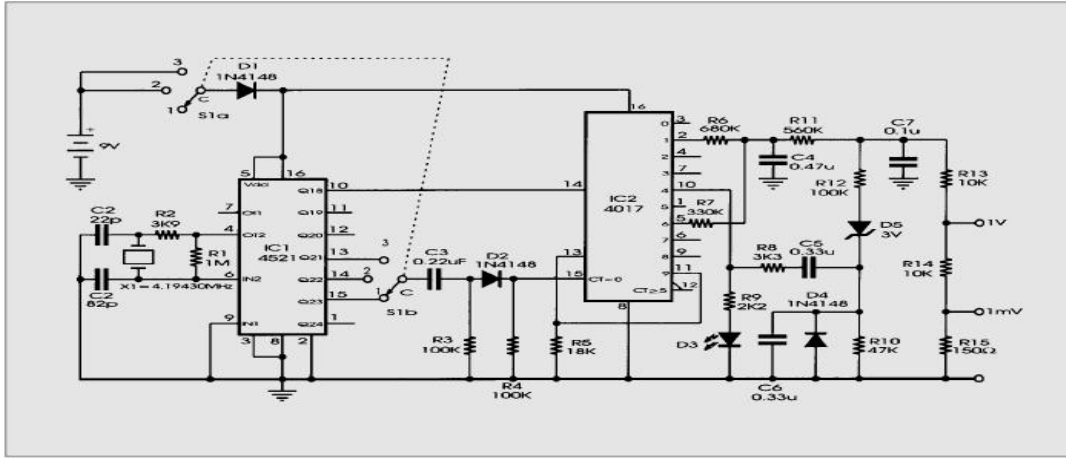
Biyolojik işaretlerin bazen simüle edilmesi gerekir. Başka bir deyişle sinyali oluşturan fizyolojik yapının işleyiş yapısı incelenir, elde edilen bu parametreler ışığında sinyal farklı sistemlerle elde edilir. Bu işleme modelleme denir. Kısaca tanımı fizyolojik yapının elektriksel eşdeğeridir. Modellemeye örnek olarak, solunum sisteminin elektriksel modeli verilebilir. Şekil 2.12’de solunum sistemindeki akciğerin, modelleme için temelini teşkil eden toplu parametreleri alveol keseciği kümesiyle, bu kümeyi dış ortama bağlayan soluk borusundan oluşan fiziksel model gösterilmektedir.



Şekil 2.12: Akciğer ve solunum sisteminin basitleştirilmiş a) fiziksel ve b) elektriksel eşdeğeri ile c) iki kompartmanlı RC modeli

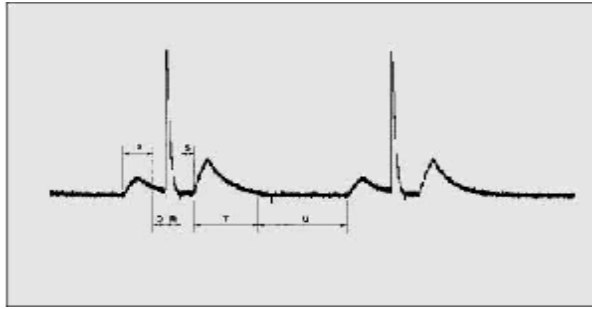
Elektriksel eşdeğer devresinin çalışması esnasında çeşitli noktalarda sinyal şekilleri alınabilir. Alınan bu sinyaller, simülasyon sinyalleri diye tabir edilen sinyallerdir. Fizyolojik sistemin elektriksel devresine ilave devrelerle geliştirilmiş simülatör cihazları günümüzde sıkça kullanılmaktadır. Teknolojinin gelişimiyle beraber bu cihazlar sayısal devrelerle gerçekleştirilmektedir.

Simülatörlerin sıklıkla kullanıldığı alanlardan bir tanesinde elektrokardiyogram sistemleridir. Sayısal devre mantığıyla basit yapıda hazırlanmış bir EKG simülatör devresi aşağıda anlatılmıştır.

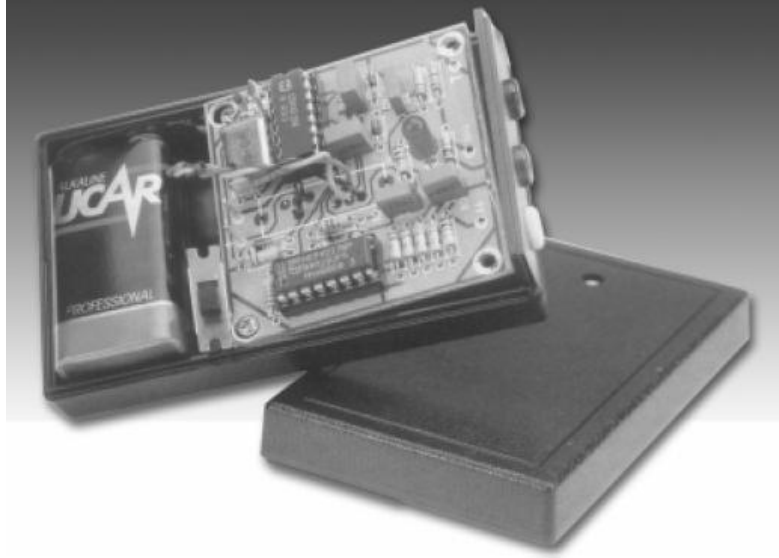


Şekil 2.13: EKG simülör devresi

Osilatör devresinde üretilen 5 Mhz 'lık sinyal CMOS 4521 frekans bölücü entegresinde işlenir. EKG işaretleri için gerekli frekanslardaki sinyaller Q21,22,23 nolu uçlardan alınarak 4017 sayıcı devresine verilir. 4521 entegresinde EKG sinyalini temeli oluşturulmuştur. 4017 entegresi 4521 ile senkron çalışmaktadır. Clock pulse bağlı çeşitli zaman aralıklarında oluşturulan sinyalleri alarak analog sürücü devresine gönderir. Sürücü devresinde şekillendirilen bu sinyaller çıkışa gerilim bölücü dirençler vasıtasıyla aktarılmaktadır. Devrenin kısaca çalışma prensibi bu şekildedir. Bu simülörün çıkış sinyal şekli 2.14'de gösterilmiştir. Böylece elektronik elemanlar yardımıyla fizyolojik bir yapının oluşturmuş olduğu sinyaller elde edilmektedir.



Şekil 2.14: Simüle edilmiş EKG sinyali

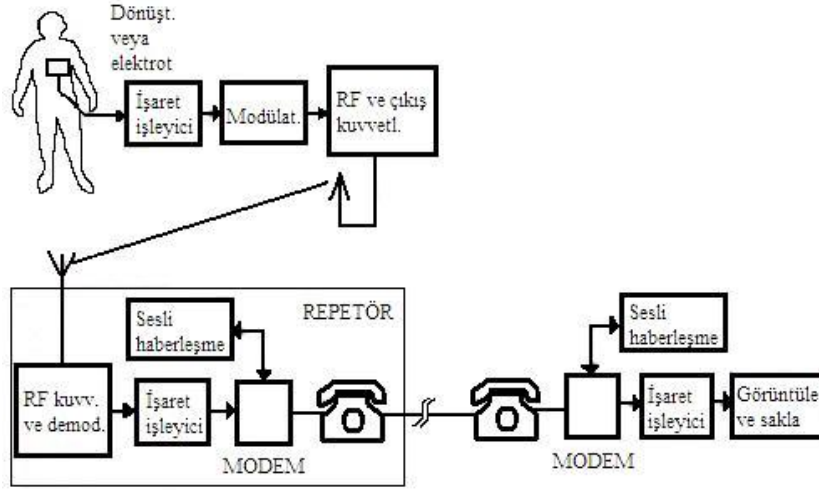


Resim 2.3: Montaj yapılmış EKG simülatörü

2.2.3. Biyomedikal İşaretlerin Sayısal İletimi

Biyomedikal sistemlerde bilgi iletişim sistemlerinin genel adı “Biyotelemetri” dir. Biyotelemetri tanımına radyo telemetri, telefonlu telemetri, vücut içi telemetri, çok kanallı telemetri ve optik telemetri sistemleri girer. Sayısal teknolojinin vazgeçilmezlerinden olan bilgisayarlar biyotelemetri sistemleri açısından da oldukça işlevsel ve faydalıdır. Bu konumuzda telefonlu telemetri sistemlerine değineceğiz. Konunun detayları ve diğer biyotelemetri sistemleri ilgili başka bir modülde ayrıntılı işlenecektir.

1 km.’den uzak mesafelerde ve özellikle şehirler arası telemetrik bilgi taşımacılığında, telefon bir araç olarak kullanılmaktadır. Telefonun, hastaneden uzak ortamda bulunan hastanın izlenmesindeki fonksiyonu büyüktür. Çok sayıda vericinin bulunduğu ortamda, telefonlu telemetrinin, bilginin gürültüsüz ve karmaşasız aktarılmasındaki rolü de oldukça büyüktür. Telefonlu biyotelemetrinin ana uygulama yerleri, uzaktan hamileliğin izlenmesi, operasyon sonrası kalp hastalarının izlenmesi, kalp pili takılı hastaların izlenmesi ve kalp pili kontrolü olarak sıralanmaktadır.



Şekil 2.15: Telefonlu biyoteleminin basitleştirilmiş blok diyagramı

Şekil 2.15’de, telefonlu telemetrinin blok diyagramı gösterilmiştir. Hasta üzerindeki sistemde, basit bir yapı olarak, elektrot veya dönüştürücü elemanları, işaret işleyicisi ve verici bulunmaktadır. Hasta üzerinden algılayıcı eleman olarak, eğer telemetriyle EKG bilgisi taşınacaksa EKG elektrodları, kalp pili bilgileri aktarılacaksa indüktif kuplajlı düzen için gerekli indüktif dönüştürücü kullanılmaktadır. İşaret işleyici, algılayıcı elemana uygun olarak tasarlanan basit bir kuvvetlendirici olabildiği gibi buna ek olarak ADC ve senkronizasyon ilave edici birimleri de içermektedir. Modülâtör katında ise FM, AM veya darbe modülasyonu kullanılabilir. Bu basit yapı ile hasta üzerindeki işaretler, verici aracılığıyla ancak yakındaki repetör düzene ulaştırılabilir. Repetör düzeni bazı durumlarda bir ambulans içi aktarıcısı olabilir. Repetörde, alıcı RF kuvvetlendiricisi ile alınan işaretler, kuvvetlendirilip işlendikten sonra MODEM birimi aracılığıyla telefon sistemine aktarılmaktadır. Telefon sistemiyle işaretler, hastane ortamına aktarılmaktadır. Bu şekilde bu düzene, repetörlü biyoteletri sistemi adı verilmektedir. Bazı durumlarda repetör sistemi devrede bulunmaz. Bu durumda, hasta üzerinden elektrodlar veya dönüştürücülerle algılanan işaretler kuvvetlendirilip işlendikten sonra direkt olarak modem aracılığıyla telefon hattına aktarılır. Telefon sistemiyle veri aktarımına geçmeden önce, sesli olarak haberleşmekte mümkün olmaktadır.

Günümüzde, cep telefonları veya oto telefonları aracılığıyla, araya telefon sistemi dışında özel repetör devresi eklemeyen, kolayca gerçekleştirmek mümkün olmaktadır. Bu durumda taşınacak biyolojik işaret ve parametrelerin telefon sistemine kuplajı problemi ortaya çıkar. Bu probleme cevap olarak, önce Analog işaretlerin ADC yardımıyla sayısal bilgedeki 1 ve 0’ların, özel frekanslı sinüzoidal işaretlere çevrilerek telefon sistemine akustik veya indüktif olarak kuplajı mümkündür. Modem kullanılmadığı durumda da, ADC elemanına da gerek olmadan, daha basit şekilde, Analog işaretleri bir VCO (gerilim kontrollü osilatör) yardımıyla biyolojik işaretle modüle edilmiş ses işaretlerine çevirip, telefon sistemine akustik veya indüktif olarak kuple etmek mümkün olmaktadır.

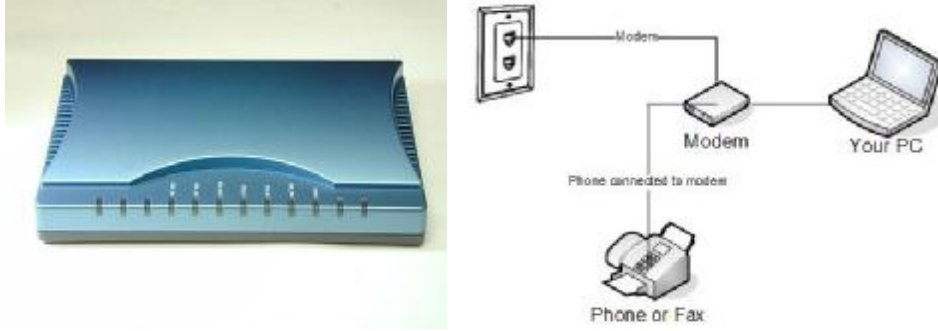
2.2.4. Modemler

Modem, tanım olarak "**Modulator**" ve "**Demodulator**" kelimelerinin birleşiminden üretilmiştir.

Bilgisayar ortamında veriler dijital yani 0 ve 1'lerden oluşur. Bu 0'ları ve 1'leri farklı bir yerdeki bilgisayara aktarmak ve paylaşmak gerektiğinde modem kullanılır.

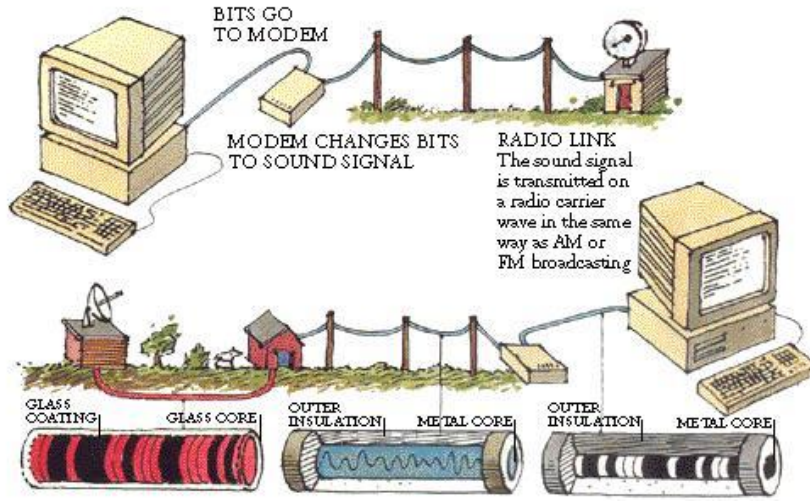
Modem, bilgisayardan gelen dijital verileri telefon hattı üzerinden iletilebilmek için gereken analog sinyallere çevirir. Karşı taraftaki modem bizim göndermiş olduğumuz bu sinyalleri tekrar dijital hale yani 0 ve 1'e çevirir.

Modem telefon hattı üzerinden her iki yöne ses bandında 300 ila 3000 Hz arasında analog sinyaller gönderir. Bu iki frekans bandı arasına analog ses dalgalarıyla veri paketlerini iletir. Bu iletişimi seri portlardan yapar. Bu portlar her bilgisayarda mevcuttur. Standart olarak seri kapı (COM 1), mouse bağlanması içindir. Bazı sistemlerde mouse. PS/2 arabirimi üzerinden bağlandığı için COM1 işgal edilmez. Com Portlar 9 ve 25 pinlik erkek konnektörlerden yapılmıştır. Bazı sistemlerde her ikisinin de olmasına karşın, bulunmama ihtimali de mevcuttur.



Resim 2.4 ADSL modem Şekil 2.16 Modem bağlantı şeması

Modemle birlikte bilgisayar bağlantısı için uygun jaklı bir kablo verilir (RS-232). Bilgisayar başka bir bilgisayar veya ağ ile iletişim kurabilmesi için ya bir ağ adaptörüne veya çevirmeli bir ağ bağlantısı kurabilmek için modeme ihtiyaç vardır. Ağ adaptörleri genellikle yakın mesafede hızlı ve güvenli veri iletişimi için tasarlanmıştır. Bu şekilde bir bağlantı için size uygun bir ağ yazılımı veya işletim sistemi tarafından desteklenen bir bağlantı türü gereklidir. Ama araya uzak mesafeler de girerse işiniz biraz zorlaşacaktır. İki ayrı şehirdeki bilgisayarı birbirlerine bir ağ kablosuyla bağlayamayacağımızdan ya telefon sisteminizi sağlayan kurumdan geniş ağ bandlı(ADSL) kiralık bir hat alacaksınız veya işiniz kısa sürecekse normal telefon hatları üzerinden veri aktarımını seçeceksiniz. İşte bu tür bir bağlantı için size gereken donanıma kısaca modem adı verilir. Modemleri kısaca bilgisayarımız ile başka bir bilgisayar arasında veri iletişimi yapabilen ek parçalar olarak düşünebilirsiniz.



Şekil 2.17: Uzak mesafe ağ bağlantı sistemi ve veri iletişimi

Günümüz teknolojisinde artık veri iletişimi basit dosya transferi ile sınırlı kalmayıp birçok genel amaç için kullanılabilir. Bunların başında internet, BBS bilgi bankaları, elektronik posta (e-mail), biyomedikal işaretlerin iletimi vs. gelir. Modemler, Türk Telekom'un sunduğu iki telli telefon hatları üzerinden çalışabildiği gibi kiralık özel hatlarda (Leased Line) GSM şebekelerde ve diğer digital veri iletişimi yapabilen şebekelerde çalışabilirler. Ayrıca VOICE özelliği olan modemler telesekreter olarak sesli mesaj kutusu ve fax back olarakta kullanılmaktadır.

2.2.4.1. Modem Türleri

Ø Dahili (internal) Modemler



Resim 2.5 Dahili modem

Bilgisayarın ana veri yoluna direkt monte edilebildiklerinden daha aktif görev yaparlar. Cihazın Seri Portlarını meşgul etmeyip yazılımsal COM Port üzerinde de çalışabilirler. Sabit seri port kullanmadığı için üzerindeki Jumper' lar ile ayarlanması gerekmektedir (PnP ler hariç). Gücünü cihazın güç kaynağından dahili olarak temin eder. Ses ayarları yazılım kontrollüdür.

Ø Harici (external) Modemler

Bilgisayara dışarıdan kabloyla bağlanan modemlerdir. Harici modemlerin üzerlerinde, telefon hattının ve modem bilgisayarla bağlantısını sağlayan kablonun (Ethernet kablosu veya USB kablosu) takılacağı giriş-çıkış birimleri ile modem güç besleme girişi bulunur. Bu modemler genellikle birer kutu görünümü şeklindedirler. Harici modemlerin ön yüzlerinde, kullanıcılara modem o anki durumuyla ilgili bilgi vermek amacıyla ışıklar bulunur.



Resim 2.6: Harici modem

Harici Modemlerin Ön Yüzünde Görebileceğiniz Işıkların Anlamları:

Aşağıda, harici modemlerin ön yüzünde görebileceğiniz ışıkların üzerindeki kısaltmalar ve bu kısaltmaların anlamları yer almaktadır.

HS: (High Speed) Yüksek hız. Modem 2400bps'ten daha hızlı bağlandığında yanar.

AA: (Auto Answer) Otomatik cevaplama. Otomatik cevaplama bırakıldığında yanar.

CD: (Carrier Detect) Bağlantı kuruldu. Karşı modemle bağlantı kurulduğunda yanar.

OH: (Off Hook) Hatta. Modem telefon hattı algıladığında yanar.

SD: (Send Data) Veri gönderiyor. Modem veri göndermeye başladığında yanar.

RD: (Receive Data) Veri alıyor. Modem veri almaya başladığında yanar.

TR: (Terminal Ready) Modem hazır. Modem programında terminal ekranına geçildiğinde yanar.

MR: (Modem Ready) Modem açık. Modem açıldığında yanar.

Harici Modemler harici güç ünitesinden beslenirler.

Bilgisayarın seri çıkışından kablo ile bağlı olup sistemin veri yoluna ekstra yük getirmezler.

Herhangi kilitlenme esnasında kolayca reset edilebilirler.

Portatif oldukları için birden fazla terminale kolayca taşınabilirler.

Ön gösterge panelinden (LED veya LCD ekran) yaptığı işlemler takip edilebilir.

Herhangi bir sistem çakışmasına yol açmazlar.

Ses ayarları yazılım veya donanım tarafından kontrol edilebilir

Ø PCMCIA Modemler

PCMCIA ürünler portatif bilgisayarlar için özel dizayn edilmiş bir standarttır. Boyutu kredi kartı boyutlarında olup. Cihazların üzerindeki özel yuvalara monte edilmek üzere dizayn edilmişlerdir. Yeni üretilen PCMCIA modemlerin %80'i Windows 95 ortamında PnP özelliğini de desteklemektedir.



Resim 2.7 PCMCIA modem

2.2.4.2. Modem Terminolojisi

Senkron: Veri gönderimi yapılırken belirli zaman dilimine bağlı olarak veri paketlerinin başına veya sonuna veri bit'leri eklenmez.

Asenkron: İletişim süreci iletilen verinin boyutuna göre değişebilmektedir. Karakterlerin transfer ediliş süreçleri değişken olduğundan dolayı gönderici modem alıcı modeme karakterlerin başlangıç ve bitişini bildiren veri bitleri gönderir. Bu iletişime asenkron denir.

Duplex: Modemlerde bulunan bu özellik her iki yöne veri iletebilirler anlamına gelir.

Half Duplex: Veri iletişimi esnasında bir modem gönderir diğer modem alır. Aynı anda veri iletişimi yapılmaz.

Full Duplex: Modemler veri iletimini her iki yöne aynı anda yapabileceği anlamına gelir.

Flash ROM: Software ile güncellenebilen ROM'lardır.

ISDN (Integrated Services Digital Network): Sayısal bir hat türüdür. Modem gerektirmez çünkü modülasyon işleminde sayısal hatta gerek kalmaz. Modem yerine bir ISDN adaptörü kullanılır. ISDN hattında 3 kanal bulunur. 2 Ad B ve 1 Ad D B kanalı 64000 bps D kanalı ise 16000 bps veri iletebilir. D kanalı genelde kontrol için kullanılır.

Hayes ESP (Enhanced Serial Port): 16550 UART'ın sağlayacağı hız az gelirse bu kart kullanılır. Bu kart CPU üzerindeki tüm iletişim yükünü alacağından sistem daha yüksek performansa sahip oluyor.

ASCII Transfer: Sadece text dosyaları için kullanılan veri aktarma metodu.

X Modem: 128 byte paket kullanan hata kodu içeren sıkıştırılmış veri aktarım metodu.

Y Modem: 1024 byte paketler kullanıyor. Xmodem-1 K da denilir.

Y Modem-g: Hata düzeltmeli modemler için tasarlanmıştır.

Z Modem: Daha büyük paket boyları ve kesilme durumunda kalınan yerden devam etmeyi destekleyen veri aktarım metodu.

Kermit: Kolombiya Üniversitesi'nde geliştirilen aktarım metodu değişik tipte bilgisayarlar arasında iletişimde kullanılır.

Sealink: X Modem versiyonu aktarım gecikmelerini engellemek için paket anahtarlamalı ağlarda kullanılır.

ASVD (Analog Simultaneous Voice and Data): Aynı anda hem veri iletişimi hem de karşı tarafla konuşma yapılabilir.

MNP (Mikrokom Networking Protokol): Mikrokom firması tarafından geliştirilmiş hata kontrol protokolü .

UART:Seri kapıların kalbi olan chip'e UART (Universal Asynclironous Recciver/Transmitter) adı verilir. UART'ın 8250, 16450, 16550 şeklinde adlandırılan modelleri vardır. Bu chip'in cinsine göre de dış ortana yani modemin gönderebileceği en yüksek hız yaklaşık olarak şu şekildedir.

UART Chip modeli	Seri veri hızı
16550	115.2 ya da 57.6Kbps
16450	38.4Kbps
8250	19.2Kbps

Tabloyu incelediğinizde göreceğiniz gibi 28800 veya 33600 olarak satılan bir modem için ihtiyacınız olan minimum UART chip'i 16550'dir. Daha düşük hızları destekleyen bir chip'e sahip bir sistem iyi bir performans elde edemez. Sisteminizdeki UART chip'ini DOS'la gelen MSD programını çalıştırarak rahatlıkla öğrenebilirsiniz. Eğer sisteminizdeki UART chip'i 16550 değilse alacağınız modemin dahili bir modem olması da işinizi görecektir. Dahili modemlerde UART modemin üzerindedir. İletişim esnasında yeriler UART üzerinden seri kapısına, oradan da seri arabirim kablosu vasıtasıyla modeme gelir. Veri iletiminde işlenen veriler bilgisayarın seri kapısına oradan da modeme gelir. Modemin bu veriyi iletebilmesi için hat üzerinde karşı modemle bağlantı kurması gerekir. Karşı modemi arar ve karşı modem de hatta beklemede ise otomatik olarak cevap verir. Hand-Shake denilen bu olay modemlerin hangi hızları, protokolleri desteklediği ve o anda hangi hızda veri iletebileceği üzerinedir. Veri bilgisayardan modeme gelir. Modem bu veriyi içindeki DAC (Digital-to-Analog Converter) vasıtasıyla analoğa çevirir.

DAC: İkili dijitalden (1'ler ve 0'lar) analog dalga şekillerini yeniden elde eder. Artık analog şekildeki veri telefon hattındaki taşıyıcı sinyale bindirilir ve karşı taraftaki modeme gönderir. Karşı modem iletilen verileri ters işleme tabi tutar ve ADC (Analog-to-Digital Converter) vasıtasıyla sayısal hale getirir.

ADC: Gelen analog voltaj dalga şekillerinden dijital ikili sayılar sırası üretir ama işin içine ses gibi daha geniş bir işlem girerse ortaya DSP'ler (Digital Signal Processor) çıkar.

DSP: Kompleks matematik işlemleri için optimize edilmiş dijital sinyal işlemci DSP'ler modemlerde büyük önem taşırlar. Verinin iletilmeden önce iletişim için uygun hale getirilmesi ve ses iletişimi için işlem yapar. Piyasada değişik adlar altında satılan ürünler arasındaki fark yalnızca veri aktarımı için kullanılan chip'ler ve firmaların kendileri için yazmış olduğu ROM kodlarıdır. Buna rağmen ne kadar saklanırsa bile ROM kodları taklit edilmekten kurtulamaz.

2.2.4.3. Günümüz İnternet Teknolojisi ve Parametreleri

Genişbant (Broadband): Yüksek hızda veri transferi teknolojisinin genel adı olarak kullanılmaktadır. Geniş Bant tanımı, iki şekilde yapılmaktadır. Son kullanıcıya ulaşan altyapının belli bir hizmeti vermeye kapasitesinin ve teknolojisinin uygun olması. Örneğin; çift yönlü etkileşimli video hizmeti gibi. Diğer geniş bant tanımlaması ise, doğrudan belli bir hız eşiğine bağlanmıştır. Bu konuda, Amerikan Federal Chamber of Commerce, 200 kb/s'ı geçen tüm hızların geniş bant hizmeti sayılacağını belirtmiştir. Ancak, çoğu zaman merkeze doğru (upstream) ve müşteriye doğru (downstream) hızları simetrik olmamaktadır. Özellikle bilginin tüketildiği ev kullanıcıları erişiminde, hizmetin türü gereği, merkeze doğru upstream trafik hızı, müşteriye doğru (downstream) hızından daha yavaş olmaktadır. OECD'nin 2001 yılında yayınladığı raporunda ise, müşteriye doğru (downstream) hızının 200 kb/s'ı aşmasının, geniş bant kabul edileceği belirtilmiştir. Teknolojinin hızla geliştiği günümüzde, verilen bu ölçütler önümüzdeki çok kısa bir zaman diliminde değişecektir.

Çoklu ortam uygulamaları; değişik veri tiplerinin (ses, video, görüntü ve yazılı metin gibi) bilgisayar ortamında birlikte kullanılmasıdır. Çoklu ortam verilerinin iletilmesinde aşağıdaki özellikler gerekmektedir.

- Ø Verinin düzenli olarak kesintisiz iletilmesi,
- Ø Etkileşimliliğin sürdürülebilmesi için gecikme belli bir değerde olması,
- Ø İletişim altyapısının her tarafta bulunabilmesi,
- Ø Hareket ve görüntü iletişimi için gereken bant genişliğini sağlaması

Ağ Tanımı: Bilgisayar ağı, bilgisayar ve benzeri sayısal sistemlerin belirli bir protokol altında iletişimde bulunmasını sağlayan sistemlerdir. Protokol, iletişimin iki cihaz arasında nasıl gerçekleştirileceğini belirleyen kurallar dizisidir. Günümüzde kullandığımız İnternet ortamı bir ağıdır. Ağ ne kadar büyük olursa olsun bir ağ ortamında; iletişimde bulunacak uç sistemler, arada kullanılan modem, router gibi cihazlar ve kablolama alt yapısı yani fiziksel iletişim alt yapısı kullanılmaktadır.

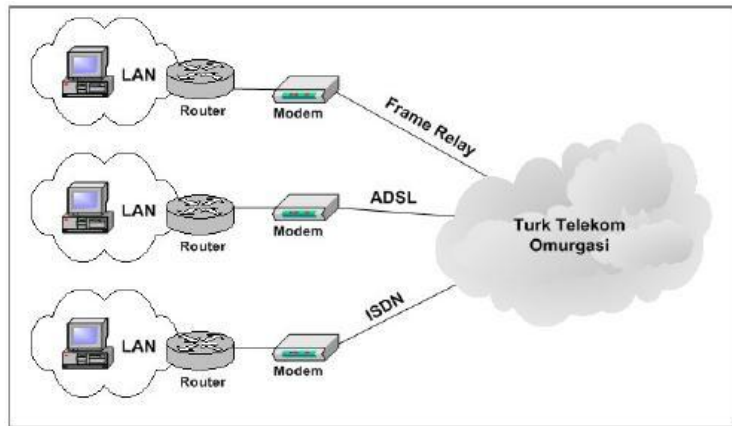
Ağ ortamları önce sadece veri haberleşmesi için kullanılmıştır. Günümüzde ise kullanıcılar görüntü, ses ve veri iletişimi için ağ ortamlarını kullanmaktadır. (Barkın 2003).

Bir ağ temel olarak üç bileşenden oluşmaktadır:

- Ø İstemci, Sunucu: Sunucu bilgisayarlar, ağ ortamlarında çeşitli servisleri sağlamakla yükümlüdürler. İstemci bilgisayarlar ise bu sağlanan servisleri kullanan bilgisayarlardır.
- Ø Protokol: Yukarıda da tanımladığımız gibi ağ ortamındaki bilgisayarların birbirleriyle iletişimini belirleyen kurallar dizisidir.
- Ø İletişim Ortamı: Ağ üzerinde birden fazla bilgisayarın birbirleriyle bağlantısına imkan veren bütün cihazlar ve kablolar, iletişim ortamını oluşturmaktadır.

İnternet Erişimi ve TCP/IP: İnternet; TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol) protokol takımı ile kontrol edilen, birbirinden tamamen farklı işletim sistemlerine sahip bilgisayar sistemleri arasında paket anahtarlamalı veri iletimini destekleyen, birbirleri arasındaki bağlantıların telekomünikasyon altyapısı ile sağlandığı küresel bir bilgisayar şebekesi şeklinde tanımlanabilir. TCP / IP bir protokol kümesidir. Her türlü bilgisayarın birbiriyle karşılıklı çalışabilmesi için en yaygın özellik internet ortamında kullanılan protokol kümesidir.

İnternet erişimi dial-up (56 kbps)' tan T1 bağlantısına kadar her hızda erişim çeşitliliği bulunmaktadır. ISDN, xDSL, Frame Relay, ATM üzerinden erişim, dial-up erişimlerine göre geniş bantlı uygulamalardır. Fakat dünyada geleneksel dial-up erişim hizmetlerinden yararlananların sayısı sabitlenirken ADSL üzerinden internet erişim hizmetlerini alanların sayısında önemli artışların olduğu görülmektedir. Temel internet erişim bağlantıları ev kullanıcıları için evlerinden POP noktalarına dial-up veya geniş bantlı erişim (ADSL) ile sağlanmaktadır. Kurumsal kullanıcılar ise genellikle POP noktalarına kiralık Hat, ISDN, DSL, FR veya ATM bağlantıları ile erişmektedirler. Şekil 2.18'de internet erişim çeşitleri görülmektedir.



Şekil 2.18: İnternet erişim çeşitleri

İnternet Erişim Çeşitleri :

- Ø Dial Up Telefon hatları
- Ø Kiralık Hatlar (TDM)
- Ø X.25
- Ø Frame Relay
- Ø ISDN
- Ø ATM
- Ø XDSL

Dial Up Telefon hatları: Ev kullanıcılarında internete bağlanmak için kullanılan analog modemlerle 33.6 K ve 56 K oranında band genişliği sağlanır. Komple bir yerel alan ağı ile geniş alan ağı arasında analog hat kullanılıyorsa, kullanılan modemler temelband (baseband) modemlerdir. Örnek olarak 2 Mbps frame relay hat için 2 Mbps destekleyen bir temelband modem kullanılmalıdır. Modemin ön tarafında modemin o anki çalışma modunu gösteren durum ışıkları bulunmaktadır. Modemin arka panelinde ise bağlantı portları mevcuttur. Sayısal-analog ve analog-sayısal dönüştürme işlemlerinde modem kodlama tekniği V.90'dır. V.90 kullanılarak maksimum 56 Kbps veri aktarım hızına ulaşılabilir.

Kiralık Hatlar (TDM): TDM(Time Division Multiplex-Zaman Bölmeli Çoklama), veri kanallarının birleştirilmesini (multiplex edilmesini) ve bant genişliği kapasitesi tüm veri kanallarının toplam kapasitesinden daha büyük hat boyunca birlikte iletilmesini gerçekleştirir. Basit olarak, veri her kanaldan ve zamanda çoklanır. Hangi veri bitlerinin hangi kanala aktarılacağını belirlemek için çerçeve bilgisinin data stream'e eklenmesi gerekir. Dolayısıyla hattın bant genişliği toplamından büyüktür. Veri cihazlarının bağlantısı dışında, analog veya sayısal ses devreleri de sisteme bağlanır. Eğer ses bağlantısı yapılırsa, multiplexer'a gelmeden önce analogtan PCM'e çevrilir. Böylece diğer veri kanalları ile multiplex edilebilen 64 kbit/sn hızında data stream'ler üretilir. Ses trafiği daha düşük veri hızları için 64 kbit/sn'den 32 kbit/sn yada 16 kbit/sn'ye veya daha başka hızlara sıkıştırılabilir. Kanallar multiplexer'a farklı hızlarda gelirler, bundan dolayı bazı kanallar hat üzerinde daha büyük bant genişliği gerektirirler. Eğer kanallardan biri 1200 kbit/sn diğeri 2400 kbit/sn hızında ise, 1200 kbit/sn hızındaki kanal için bir timeslot, 2400 kbit/sn'lik kanal için ise iki timeslot'a ihtiyaç vardır. Veri kanalları için olan kontrol sinyalleri; RTS/CTS, Ses kanalları için olan kontrol sinyalleri; E & M sinyalleridir. Bant genişliği her kanal için sabit olarak tahsis edilir.

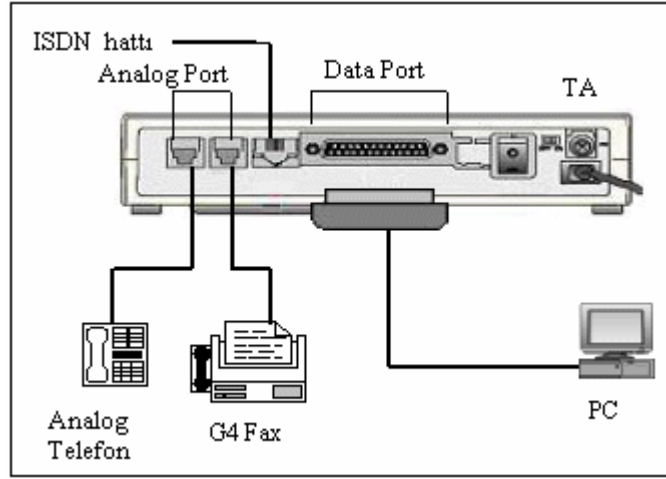
X.25 Servisi: X.25 servisi , veri şebekesi üzerinde paket modunda çalışan DTE, DCE arasındaki ara bağı tanımlayan uluslar arası bir standart protokoldür. Bu servis çok çeşitli terminalleri ve host bilgisayarları destekler. X.25, gürültülü analog hatlardaki problemleri ortadan kaldırmak için tasarlanmış paket tabanlı bir protokoldür. X.25 ağında her link üzerinde, düğüm'ler (node'lar) arasında 3 katmanlı protokol kullanılır. Paket, DTE (Digital Terminal Equipment) tarafından ilk X.25 düğüm'üne gönderilir. Burada paketin geçerliliği ve içindekiler kontrol edilir. Eğer herhangi bir hata yoksa paket aynı işlemler için yeni link üzerine ve yeni bir X.25 düğüm'üne gönderilir. Hata bulunduğu takdirde, düğüm'den, paketin yeniden iletilmesi istenir. Bu oldukça güçlü bir kontroldür ve işlem hızını yavaşlatır. Ağ'ın her düğüm'ünde hata kontrolü yapılır ve gerekirse tekrar iletim yapılmasını sağlar. Son düğümler her paketi kontrol eder ve iletim sırasına sokar. Buna sondan-sona (end-to-end) hata kontrolü denir. X.25 hata kontrolü ve düzeltme mekanizması ile hata eğimli (bozuk) fiziksel devreler üzerinden hatasız ve güvenilir veri iletimi sağlar. X.25 servisi bir tek fiziksel hat üzerinde çoklu şebeke adreslemesini destekler. Buna alt adresleme dahildir. Bu özellik özel şebekeye erişmek, yoğunlaştırıcı her bir terminali adreslemek yada bir host bilgisayardaki her bir uygulamayı adreslemek için kullanılır.

Sonuçta X.25 yavaş bir protokoldür. X.25'de paket büyüklükleri değişkendir ve protokoldeki işlem gecikmelerinin sonucunda sadece paketlenmiş veri için uygundur. Gerçek zamanlı servisler, örneğin ses ve video X.25 protokolü üzerinden iletmeye uygun değildir.

Frame Relay: Frame Relay, günümüzün yüksek kalitesinin avantajları ile geliştirilmiş bir protokoldür. Hatanın az olduğu sayısal devrelerde X.25'in yaygın kontrolünü ortadan kaldırarak, basit bir hata kontrolü kullanır. Her düğüm çerçeve (Frame) kontrolünü alır, hata yoksa FCS (Frame Check Sequence) kullanılır eğer hata varsa çerçeve basitçe atılır. Frame Relay anahtarlama ve istatistiksel çoklamalı bir sistemdir. X.25'deki hata kontrolü Frame Relay de olmadığı için X.25'e göre daha hızlıdır. X.25' de hız 64 Kbps'a kadar uygulanabilirken; Frame Relay, T3'e (672 katı) kadar uygulayabilme kapasitesine sahiptir

ISDN (Tümleşik Hizmetler Sayısal Şebekesi): ISDN aynı anda ses, veri ve görüntü aktarımına imkan veren bir devre anahtarlama teknolojidir. Telefon şebekesinde olduğu gibi telefon numarası bilinen başka bir müşteriye iletişimden önce çağrı yapılarak bağlantı kurulur ve iletişim gerçekleştirildikten sonra bağlantı koparılır. ISDN hizmetleri BRI (Basic Rate Interface) ve PRI (Primary Rate Interface) olmak üzere ikiye ayrılır.

ISDN BRI'da 2 adet 64 Kbps B kanalı ve 16 Kbps'lık D kanalı bulunmaktadır. B kanalları veri aktarımı, D kanalı ise kontrol ve senkronizasyon işlemleri için kullanılır. Şekil 2.19'da ISDN hat-TA bağlantı yapısı görülmektedir. ISDN PRI'da Avrupa standardında 30x64 Kbps B kanalı ve bir adet 64 Kbps D kanalı kullanılır. Amerikan standardında ise 23 B bir adet D kanalı bulunmaktadır.



Şekil 2.19 ISDN Hat - TA bağlantı yapısı

ISDN devre anahtarlama bir teknolojidir. Bu özelliğinden dolayı, ISDN üzerinden yapılan bir bağlantıda hiç veri iletilmese bile tüm bağlantı meşgul edildiğinden telefon hatları üzerinde bant genişliği boşuna israf edilmiş olur. ISDN hatları modemlerden daha hızlı bir bağlantı sağlarlar. ISDN' in başlangıcında ilk adım olarak, mevcut analog telefon şebekelerinin sayısallaştırılması, ikinci adım ise, bu sayısal şebekede hizmetlerin; yani ses, görüntü ve veri iletimi amacıyla kullanılan telefon, telex, fax, videophone, bilgisayar gibi veri iletim servislerinin birleştirilmesi olmuştur. ISDN'de bütünleştirilen telekomünikasyon hizmetleri genel olarak; telefon, görüntülü telefon (videophone), telefax ve uzaktan kopyalama, telex ve teletext, enformasyon algılama (T-Online), veri iletimi, telewriting, uzaktan ölçme veya yönetim şeklinde özetlenebilir. ISDN'den önce bu hizmetlerin gerçekleştirilmesi için farklı iletişim servislerinin kurulması zorunluluğu vardı. Video konferans uygulamaları sesli-görsel iletişim için doküman paylaşımı, yazı, tablo ve görüntü içirme gibi özelliklere sahiptir.

ATM (Asynchronous Transfer Mode - Eşzamansız Aktarım Modu): ATM (Eşzamansız Aktarım Modu) hücre anahtarlama ve bağlantı temelli veri transferini kullanır. Ses, veri, video ve çoklu ortam iletişimi LAN, WAN üzerinden yüksek hızlarda sağlar. Birçok QoS (Quality of Service = Servis Kalitesi) kullanımını destekler. Özel ve genel ağlarda esnek ve değiştirilebilirlik özelliği vardır.

ATM; ses, veri, video gibi değişik türde bilgilerin aynı ortamdan aktarılmasını sağlayan bir anahtarlama teknolojisidir. Özellikle ağ omurgası üzerinde yüksek performanslı bir çözüm ortamı sunar. ATM teknolojisinin en önemli özelliği veri aktarımında hücre (cell) olarak adlandırılan küçük boyutlu ve sabit uzunlukta veri paketleri kullanmasıdır. Aynı zamanda ses, veri, video uygulamalarının gerek duyduğu hizmet sınıflarını (Service Classes) da destekler.

ATM bağlantıya yönelik bir aktarım protokolüdür. İki nokta arasında aktarım yapılabilmesi için öncelikle bu noktalar arası bir bağlantı kurulur. Bu bir telefon konuşması başlamadan iki nokta arasında kurulan bağlantıya benzer. Bu yolun kurulması ile aktarılabilecek veri paketleri bu yol üzerinden gönderilir. Kullanılan hücreler 53 byte uzunluğundadır. 5 byte başlık bilgisini, 48 byte da veriyi taşır. Hücrelerin sabit uzunlukta olması hızlı ve karmaşık olmayan ATM anahtarlama cihazlarının tasarlanmasına imkan vermiştir.

XDSL Erişiminde Kullanılan Temel Cihazlar: CPE (Customer Premises Equipment - Müşteri Tarafı Cihazları): ADSL, G.SHDSL, DSL modemler, modem-routerlar. CPE; DSLAM'a bağlantı talebinde bulunmakta ve oturum açma paketi yayınlamakta ve de DSLAM ile bağlantı hızını kararlaştırmaktadır.

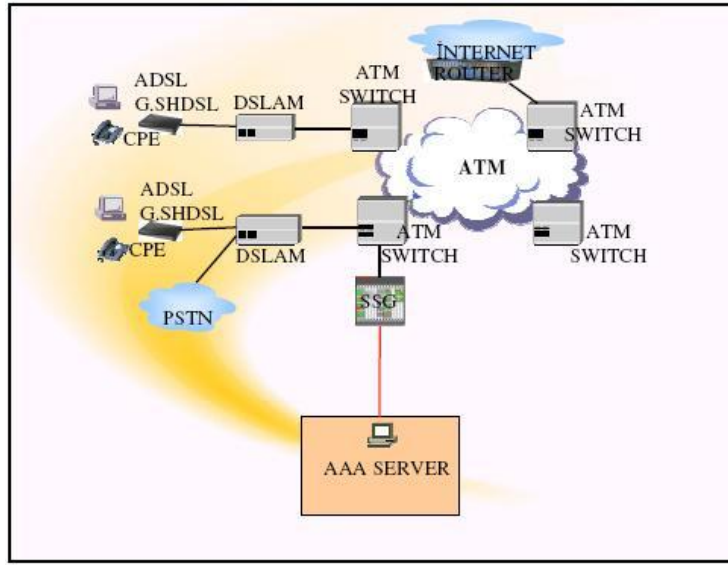
DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer): Üzerinde, müşteriye verilecek XDSL hizmetlerine ait portların bulunduğu, ATM şebekeleri üzerinden birbirine bağlanan ve CPE nin oturum açma paketini işleyerek müşterilerden gelen trafiği toplayıp istenen yönlerde iletebilen cihazlardır.

ATM SWITCH: ATM şebekelerinin bağlı bulunduğu ATM anahtarlama sistemleridir.

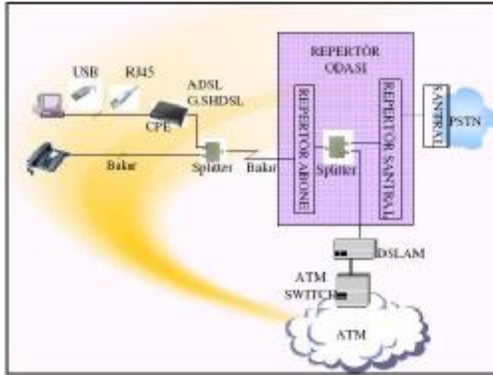
AAA Server (Authentication, Authorization ve Accounting): Kimlik doğrulama, yetkilendirme ve hesap tutma işlemlerini yapan server olup kimlik doğrulama sağlanınca SSG'ye gerekli erişim iznini bildirilir.

SSG (Service Selection Gateway): DSLAM'lardan gelen trafiği toplayıp internete çıkışı sağlayan yönlendiricidir. Kimlik doğrulama sağlanınca erişim için istemciye IP adresi atanır. SSS (Service Selection Systems) veya BRAS (Broadband Access Router) olarak da adlandırılmaktadır.

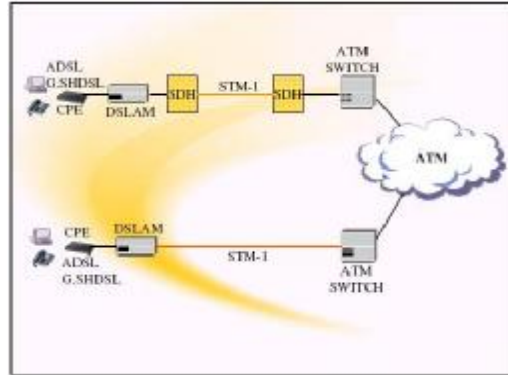
ROUTER (Yönlendiriciler): Ağ katmanında çalışan bu cihazlar yerel alan ağlarının geniş alan ağlarına veya uzaktaki diğer yerel alan ağlarına bağlantısında kullanılırlar. Yönlendiriciler kendilerine gelen paketlere üç katman düzeyinde adres kontrolü gerçekleştirirler ve paketin alıcına gitmesi için en uygun yolu belirleyebilirler. Ayrıca yönlendirici cihazları farklı ağ teknolojileri arasında köprü görevinde kullanılabilirler. Yönlendiriciler, üzerlerinde tanımlanmış yönlendirme algoritmaları sayesinde veri paketlerinin bir uç noktadan diğer bir uç noktaya uygun ara cihazlardan veya sistemlerden geçirilerek alıcısına ulaştırılmasını sağlarlar. Uygun yolun bulunması için yönlendiriciler, ağ topolojisi, ağın bağlantı hatlarının durumu, band genişlikleri gibi o anki duruma ait bilgileri tutarlar. Bütün yönlendirme algoritmaları, en iyi yolun belirlenmesinde kullanılacak parametrelerin tutulduğu bir yönlendirme tablosuna (routing table) sahiptirler. Yönlendirme tablosu, algoritmanın ağı sürekli sorgulaması sonucu belli periyodik aralıklar ile güncellenir. Her yönlendirici üzerinde bir işletim sistemi çalıştırılmaktadır. Yönlendirici işletim sisteminin ağda çalıştırılan protokol kümesini desteklemesi gerekmektedir.



Şekil 2.20: XDSL erişiminde kullanılan temel cihazlar



Şekil 23.21 : XDSL erişiminde CPE ile



Şekil 2.22 : XDSL erişiminde DSLAM ile DSLAM bağlantı noktaları ATM switch bağlantısı

2.2.4.4. ADSL Modülasyon Teknikleri

ADSL'i standartlaştırmak için, ANSI üç çeşit modülasyon tekniği üzerinde durmuştur.

- Ø DMT (Discrete Multitone Modulation) modülasyonu
- Ø QAM (Quadrature Amplitude Modulation) Tekil Taşıyıcılı Modülasyonu
- Ø CAP (Carrierless Amplitude / Phase Modulation) Taşıyıcısız Genlik / Faz Modülasyonu (QAM 'dan geliştirilmiştir.)

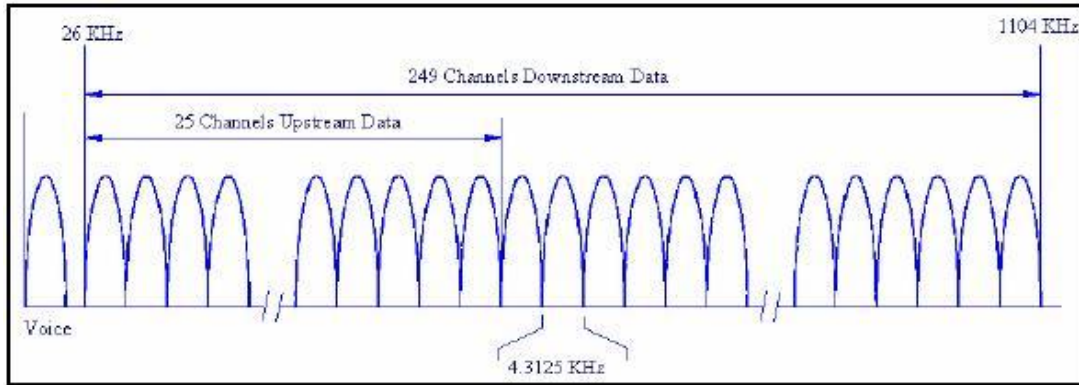
DMT modülasyonu ile en iyi performans elde edilmiştir. ANSI çalışma grubu 1993 yılında temel ara birim tanımlamasını DMT modülasyon tekniğini kullanarak yapmıştır.

Çerçeve yapısı, test ve bakım amaçlı elektriksel karakteristikler, konfigürasyon, bit oranı opsiyonları, on-line adaptasyon, başlangıç işaretleşmesi hususlarında açıklayıcı tanımlamalar yapılmıştır. ETSI (European Telecommunications Standards Institute)'de DMT'yi ADSL için modülasyon standardı olarak kabul etmiştir ve bunu yayınlamıştır.

DMT (Discrete Multi Tone Coding) Modülasyonu: ADSL iletim sisteminde kullanılan bağlantı kodu (Line Code) ANSI T1 komitesi tarafından DMT (Discrete Multi Tone Coding) olarak standardize edilmiştir. DMT'nin başlıca özelliği bakır tel üzerinde ADSL'in çalıştığı frekans aralığında oluşan yüksek gürültüyü yenebilme kabiliyetidir. DMT aynı zamanda, çevreden gelen elektromanyetik gürültüye en az duyarlı kodlama tekniğidir.

DMT, iletim kanalını bir çok alt kanallara böler. Bu alt kanalların her biri ton olarak adlandırılır. Her ton QAM tekniği kullanılarak ayrı bir taşıyıcıda modüle edilir. Taşıyıcı frekansların her biri temel frekansın katıdır. Frekans spektrumu 20 KHz'den 1.104 Mhz'ye kadar olan aralığı kapsar. 20 KHz, ses servisi (POTS) için rezerve edilmiştir. Gürültü ve kanal koşulları her ton için ayrı ayrı ölçülür ve en uygun olan kanaldan başlayarak iletim yapılır. Böylece en iyi iletim sağlanmaktadır. Standart ADSL sistemleri downlink için 256 ve uplink için 32 adet frekans kanalı kullanırlar. Her kanal 4.3125 KHz'lik bir genişliğe sahip olup kanallar arasında da 4.3125 KHz. boşluk bandları bırakılır.

Bakır kablo üzerinde kullanılan frekans spektrumu incelendiğinde, 0-4 KHz'lik alanı kullanan POTS ile çakışmayacak şekilde ADSL'de up ve downlinklerin frekans spektrumuna yerleştirilmesi Şekil 2.23'de görülebilir.

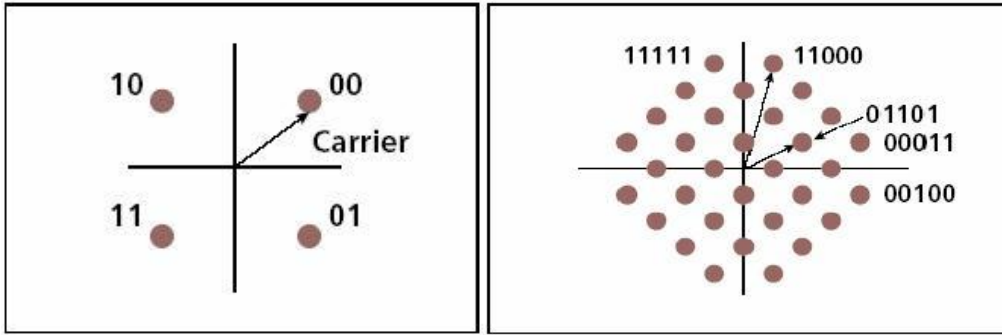


Şekil 4.23: DMT frekans spektrumu

ADSL iletim sisteminde gelen kanalda 256 frekans kanalı kullanılır. Giden kanalda ise 32 frekans kanalı vardır. Her bir kanal 4.3125 KHz band genişliğine sahiptir.

DMT'nin gerçekleştirilmesindeki en önemli unsur IFFT olarak adlandırılan bloktur. IFFT kendi frekans ve genliğinde modüle edilen N adet taşıyıcının toplamını elde eder. IFFT çıkışı 2N tane zaman uzayı örneği üretir. Bu çıkış vektörü bir dijital analog çevirici aracılığıyla iletim ortamına gönderilir. Alıcı tarafındaki modemde bu işlemin tersi FFT tarafından yapılır. FFT N adet taşıyıcıyı kendi genlik ve faz bilgisine geri döndürür ve bunları bitlere dönüştürür.

QAM Karesel Genlik Modülasyonu: Sinyal genlik seviyesinin her bir adım için değişmesi temel bant için kullanılan umumi uygulamadır. PAM (Pals Genlik Modülasyonu-Pulse Amplitude Modulation) olarak bilinir. 2B1Q kodu 4 seviyeli sistem için bilinen en iyi metottur. Her bir 2 ikilik (binary) sembol 4 seviye sembolüne (dörtte birlik alana) dönüşmüştür. 2B1Q pals genlik seviyeleri ± 1 ve ± 3 ile gösterilir. Çoklu seviyeli PAM kodundaki gerilim durumları genelde ± 1 , ± 3 , ± 5 ile gösterilir. Bu yöntem tek boyutlu kodlamadır. Bir boyut daha ilave edildiğinde QAM bir taşıyıcı ile modüle edilebilir. İlave edilen boyutta taşıyıcının faz ve genliği değiştirilir. Faz ile kareleme usulünün her ikisinin farklı seviyelerinden oluşmuş noktaların oluşturduğu takımyıldızı yada dikdörtgen model ile buradan alınan neticeler benzerdir. Şekil 2.24'de QAM-4 takımyıldızı ve Şekil 2.25'de QAM-32 takımyıldızı görülmektedir.



Şekil 5.24: QAM-4 takımyıldızı Şekil 2.25 QAM-32 takımyıldızı

Takım yıldızı büyötmek suretiyle her bir sembol için bit sayısı arttırılabilir. Ancak bu vaziyet seviye ve fazın algılanması işini çok zorlaştırmaktadır. Bir QAM takım yıldızı için gerekli SNR (Sinyal / Gürültü Oranı : Signal to Noise Ratio) değerlerini, BER (Bit Error Rate : Bit Hata Oranı) $\leq 10^{-7}$ iken veren durum tablo 2.1 'de görölmektedir.

Bit / Sembol Oranı (r)	QAM Takım Yıldızı Boyutu (2^r - QAM)	BER $\leq 10^{-7}$ için Gerekli SNR [db]
4	16-QAM	21.8
6	64- QAM	27.8
8	256- QAM	33.8
9	512- QAM	36.8
10	1.024- QAM	39.9
12	4.096- QAM	45.9
14	16.384- QAM	51.9

Tablo 2.1: Gerekli sinyal /gürültü oranları

Bir çift ortogonal taşıyıcı üzerinde modüle edilmek üzere, veri 2 yarı dalgaya ayrılmakta ve iletim için hazır hale gelmektedir. Sinüs ve kosinüs karıştırma fonksiyonu yapan bir sistem ortogonallik sayısallaştırma için çalışmaktadır.

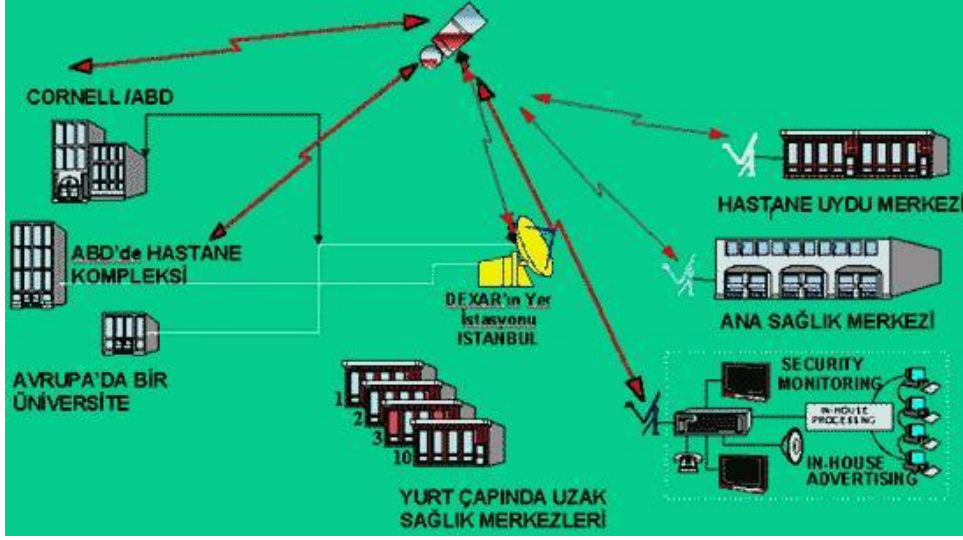
Alıcı ve verici; alçak geçiren filtre, bit-sembol kodlayıcı, sayısal-analog çevirici ve modülatörden oluşmaktadır. Alıcıda, demodülasyon ile ayrıştırılmayla, ortogonallik iki bit dalgasının içindeki veri seçilir. Alıcı tarafından alınan 2 boyutlu kompleks sembollerin ve bu sembollerin içindeki kaydedilmiş ikili verilerin tanımlanması ve bit dalgasının sıraya koyulup düzenlenmesi dedeksiyon (algılama- ayrıştırma) işlemi ile gerçekleştirilmektedir.

CAP Taşıyıcısız Genlik / Faz Modülasyonu: CAP, QAM gibi aynı tip spektral şekillendirmeye sahip, 2 boyutlu bir transmisyon yöntemidir ve QAM için kullanılan aynı takım yıldız şekilleri CAP için de kullanılabilir.

Bit dalgasının her iki yarısının iki transversal band geçiren filtreden geçirilmesi ile modülasyon sağlanmakta ve impulse cevapları birer hilbert çiftini vermektedir. Gönderilen sinyalin şekillendirilmesi ve oluşturulması, iki adet sayısal filtrenin çıkış kombinasyonu ile gerçekleştirilmektedir. Alıcı, eşitleyici fonksiyonu görevini yaptığından QAM'daki eşitleme yapısının benzeri burada kullanılabilir.

2.2.4.5. Teletıp Sistemlerinde Kullanılan Veri İletim Ortamları

Teletıp sistemlerinde veri iletimi için değişik kapasitede birçok iletişim ortamı kullanılabilir. Çoğunlukla ses, görüntü gibi yüksek yoğunluklu verilerden oluşan tıbbi bilgilerin taşınması için kullanılan metotlar, seçilecek iletim ortamı konusunda belirleyici bir unsur olacaktır. Kurulacak sistemin Depola-İlet (Store and Forward) yada Gerçek Zamanlı (Real Time) bir sistem olması iletim ortamının hızını belirleyecektir.



Şekil 6.26 Küresel teletıp ağı

Sıradan bakır kablolar genel olarak düşük band genişliğine sahiptir, geleneksel telefon görüşmelerinde kullanılmasının yanısıra depola-ilet teletıp sistemleri için kullanılabilir. Fiber optik kablo çok büyük bir veri taşıma kapasitesine sahip olmasının yanı sıra kurulum maliyeti ve kablolama zorlukları bulunmaktadır. Kablolu TV için kullanılan koaksiyel kablolarda yüksek kapasiteli veri iletişimi için uygundur. Bunun dışında uydu iletişimi, ATM, ISDN, Internet, Mikrodalga sistemleri de teletıp uygulamaları için kullanılabilir. Her bir iletim ortamının olumlu ve olumsuz yanları olmakla birlikte, en uygun ortam kurulacak sistemin ihtiyaçları iyi bir şekilde tespit edildikten sonra seçilmelidir.

Telefon Hatları: Geliştirilen çeşitli sıkıştırma teknikleri ile 56 Kbps e kadar veri transferini mümkün kılan standart telefon hatları ile e-mail, multimedia e-mail, depola-ilet görüntü transferi ve internet erişimi için uygundur. Telefon hatları düşük band genişliği gerektiren teletıp uygulamalarında kullanılabilirler. Telefon hatlarının bir başka önemli yanı ise yaygınlığıdır. Son yıllarda haberleşme teknolojilerinde ortaya çıkan büyük gelişmeler, telefonun en ücra köşelere kadar ulaşmasını sağlamıştır.

ISDN – Integrated Switched Digital Network: Özellikle video konferans sistemleri için öngörülen ISDN, ses, görüntü ve data iletimi için kullanılan bir ortamdır. Kullanıcıların ihtiyaçlarına göre band genişliği ayarlanabilir. Görüntü sıkıştırma teknikleri ve birden fazla ISDN hattı kullanılarak iletim hızı 64 Kbps ile 1.544 Mbps arasında ayarlanabilmektedir. Geniş ölçekli ve etkileşimli video konferans uygulamaları için kullanılabilir.

IP - Internet Protokolü: Bağlantının bu biçimi İnterneti bilgi transferi gerçekleştirmek için kullanılmaktadır. Kullanılan ana iletişim protokolü TCP/IP' dir ve e-mail, dosya aktarımı ve information server' ları için kullanılmaktadır. Tıbbi bilgi alanında hizmet veren sayısız sunucu bulunmaktadır ve bu sunucular tıbbi bilgilere erişim imkanı sağlamaktadır. IP sayesinde İnternet üzerinden sayısal paketler gönderme yoluyla sağlanan haberleşme sayesinde gider harcamalarında ciddi tasarruflar sağlanmıştır. IP (İnternet protokolü) ve sıkıştırma teknikleri kullanılarak yapılan tıbbi görüntü transferleri, pahalı ve geniş bantlı özel teletıp ağlarına karşı bir alternatif olmaktadır. Üstelik IP' nin video konferans ve ses araçlarındaki kalitesi de uzaktan teşhis ve danışma hizmetleri sağlamada dikkate değer bir iletim ortamı olduğunu göstermektedir.

Fiber Optik: Fiber optik kablo, bakır kablo gibi işlev gören, saç teli kalınlığında, esnek camdan yapılmış çubuklardır. Ancak bakır kabloda veriler elektrik akımı ile taşınırken, fiber optik kabloda veri transferi ışığın modüle edilmesiyle gerçekleştirilir. Fiber optik kablolar, laser ışığını binlerce kilometre öteye aktarabilir ve eş zamanlı aktarım kapasitesi bakır kablolardan çok daha yüksektir. Saniyede 100 trilyon bit bilgi taşıma kapasitesi vardır ve bu da fiber optiği veri, ses, video ve görüntü aktarımında dünyadaki en hızlı araçlardan biri yapmaktadır. Bu kablolar bir defada 3700, eş zamanlı 40000 mesajı taşıyacak ışık demetini aktarabilmektedir. Kodlayıcı ve kod çözücülerdeki teknolojik kısıtlamalar yüzünden şu anda 20000 mesaj taşınabilmektedir. Teletıp ta erişimi diğer normal kanallar kullanılarak yapılandırılan daha hızlı bir şekilde yapmak için fiber optik kullanılmaktadır.

T1: T1 1.544 Mps hızında bilgi aktarımı yapılmasına olanak sağlayan sayısal bir kanaldır. DS1 olarak da bilinir ve yüksek kalitede ses, veri yada sıkıştırılmış video gibi elektronik verilerin aktarımında kullanılır. Tıbbi bilgi değişimde ihtiyaca göre tek, çoklu yada kısmı T1 hatları kullanılmaktadır.

Uydular: Uydu teknolojisi 1960' lardan bu yana teletıp alanında kullanılmaktadır. Kanada, Amerika ve Avustralya' daki sağlık bakımı uzmanları uzakta ve kırsal bölgelere sağlık hizmetleri sunmak için işe sırasıyla radyo, telefon, mikrodalga, çift yönlü televizyon, bilgisayar ve uydu teknolojisi kullanarak başladı. Mobil uydu haberleşme sistemleri, uzaktaki bölgelerle yapılan haberleşmede, diğer ekonomik olmayan yöntemlere göre daha iyi bir çözüm getirmektedir. Uygulamalar; uzaktaki kliniklere temel bilgi sağlanması, video, teledanışmanlık, video konferansı, özel tıbbi bilgi veri tabanlarına erişim, uzmanlar tarafından uzaktan eğitim, etkileşimli kayıt yönetimi, kaynak yönetimi, halk sağlığı görüntülemesi ve genel yönetim gibi özellikleri içermektedir. Mobil uydu haberleşmeleri, doğal ya da insan kaynaklı felaketlerde de kullanılmaktadır. Günümüzün mobil yeryüzü istasyonları küçük boyutlarda, taşınabilir ve kart büyüklüğündeki pil gibi değişik güç kaynakları ile çalışabilmektedir.

ATM: Asenkron aktarım metodu (Asynchronous Transfer Mode - ATM) Ortak bir ağ üzerinden her türlü sayısal bilginin (veri, grafikler, ses, video ve çoklu ortam uygulamaları) dağıtımını gerçekleştirmek için tasarlanmış açık standart anahtarlama tekniğidir. ATM güvenlik, hız arasında en iyi olanın seçilmesi ve ağ kesimleri üzerindeki trafiğin dağıtımının düzenlenmesinin bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır. ATM, anahtarlama hızlı paket teknolojisidir. Haberleşmede bir paket bir mesaj yada mesajın bir parçasıdır. Bir mesajın içeriğinde adres, kontrol ve veri sinyalleri bulunur ve bunlar veri haberleşmesi ağında bir nesne aktarılırlar. Bu paketler bir yerel ağ üzerinden gönderilir, toplanır ve sonra hedefte birleştirilir. ATM'nin kullandığı paketler, 5 byte başlık ve 48 byte veri kapasitesine sahiptir. Bu diğer paket anahtarlama metotlarından daha hızlı ve etkilidir.

Teletıp Sistemlerinde Band Genişliği: Bir iletim ortamında band genişliği temel olarak taşınacak veri yükünün hangi sınırlar arasında olması gerektiğini belirtir. Kayıpsız veri aktarımının gerçekleşebilmesi için taşınacak veri yükü dikkate alınarak uygun iletim ortamları belirlenmelidir. Teletıp uygulamaları ihtiyaç duyulan band genişliğine göre üç kategoriye ayrılabilir.

- Ø Ses ve video konferansı.
- Ø Çoklu ortam haberleşmeleri.
- Ø Düşük, orta ve yüksek bant genişliğine ihtiyaç duyan veri aktarımları.

Sesler: Kardiyoloji gibi alanlarda kullanılan kalp sesleri, akciğer ve dolaşım sistemi seslerinin iletilmesi için gerekli band genişlikleri.

Ses - Normal	64kb/s (16-32kb/s)
Hi-fi	1.4Mb/s (192kb/s)

Görüntüler:

Görüntü Türü	Boyut	Deney
Siyah&Beyaz	307Kb/kare 640*480 @ 8 bit	30 kare/sn. 8.8 Mb/sn.
Renkli Parçalı Bant Genişliği	614 kb/kare 640*480 @ 16 bit	30 kare/sn. 17.6 Mb/sn.
Renkli Tam Bant Genişliği “Gerçek Renk”	921 Kb/kare 640*480 @ 24 bit	30 kare/sn. 26.3Mb/sn.

Tablo 2.2:Video görüntülerinin bant genişliği ihtiyacı

Görüntü Türü	Boyut	Deney
Sayısal ortama aktarılmış X-Ray	4 MByte /film 2k*2k @ 8 Bit	4-10 film/çalışma 16-40 Mbyte
Manyetik Rezonans Çalışması	256Kb /kare 256*256 @ 8 Bit	40 Kare/çalışma 2.5 Mbyte
Bilgisayarlı Tomografi	256 Kb/kare 512*512 @ 8 Bit	40 Kare/çalışma 10 Mb. /çalışma
Patoloji Slaydı	12Mb/film 2k*2k @ 24 Bit	4-6 Slayt /çalışma 72Mbyte

Tablo 2.3: Hareketsiz görüntüler bant genişliği ihtiyacı

Darbe Oksimetresi	9.6 Kbps
Elektro kardiyogram	57.6 Kbps
Kan Basıncı Monitörü	57.6 Kbps
Elektronik Steteskop	57.6 Kbps
Spirometre	14.4 Kbps
Glukometre	1.2 Kbps

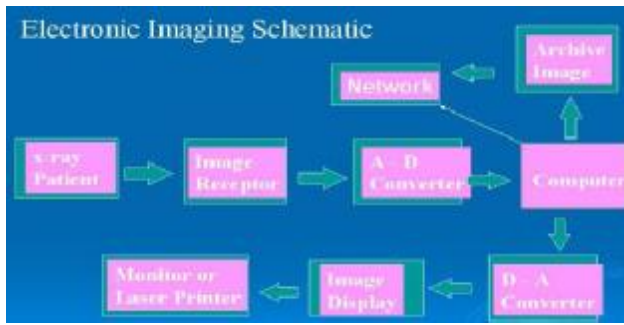
Tablo 2.4: Klinik ekipmanlar arası aktarım için gerekli bant genişlikleri

Ses ve düşük çözünürlüklü görüntüler daha az bant genişliğine ihtiyaç duyarlar – 10KBPS ile 100KBPS arasında. Yüksek çözünürlüklü görüntüler, CD kalitesinde ses, video konferansı ve VCR kalitesinde video gibi uygulamalar daha büyük bant genişliklerine ihtiyaç duyarlar – 100 KBPS ile 10 MBPS arasında. Çoklu ortam dosyası transferi, televizyon kalitesinde video ve HDTV 1GBPS' a varan bant genişliğine ihtiyaç duyar.

Değişik aktarım medyalarının taşıma kapasitesindeki kısıtlamaların üstesinden gelmek için, görüntüler gönderilmeden önce yeniden yapılandırılır. Bazı teknolojiler bant genişliği ihtiyaçlarını kısmak ve haberleşme kapasitesini arttırmak için veri sıkıştırması kullanırlar. Bu işlem bazı bilgilerin kaybına neden olabilir. Sayısal veriler paketlere ayrılabilir veya işlenebilir. Paket anahtarlama teknolojileri, büyük boyutlu dosyaların daha hızlı transferine olanak sağlamaktadır. Sayısal entegre ağ servisi (ISDN), yüksek hız için standardize edilmiş, ses, video ve veri sinyallerinin aktarımına olanak sağlayan bir protokoldür. Bu protokol bilinen bakır kablolarla birlikte kullanılabilir fakat özel sayısal giriş ve çıkış cihazlarının kurulması gereklidir. ISDN' nin asıl faydası mevcut bulunan zaten büyük bir kısmı sayısal olan telefon hattını kablolarını değiştirmeden ev ve iş yerlerine yüksek bant genişliğine sahip bağlantı olanağı sunmasıdır.

2.2.5. Kullanım Amaçları

DAC devreler, sayısal sinyallerin analoğa çevrilmesi için oluşturulmuş devrelerdir. Genellikle analogdan sayısala çevrilen sinyallerin işlem bitiminde kayıt(kağıt, grafik vs.) yada görüntüleme (analog monitörler vs.) maksatlı tekrar analoğa çevrilemesi işlemi için kullanılır. Buna en iyi örnek son teknoloji ürünleri olan sayısal röntgen cihazlarıdır. Bu cihazlarda hasta üzerinden geçirilen x-ray görüntüsünü direkt sayısal dedektörlerle sayısal bilgiye çevirir. Sistem üzerindeki bilgisayar sayısal veriyi seçim işlemine göre elektronik ortamda arşivler veya veri iletişimi için network sistemine transfer eder. Yine seçime bağlı olarak sayısal veriyi analoğa çevirerek monitörlerde görüntüler.



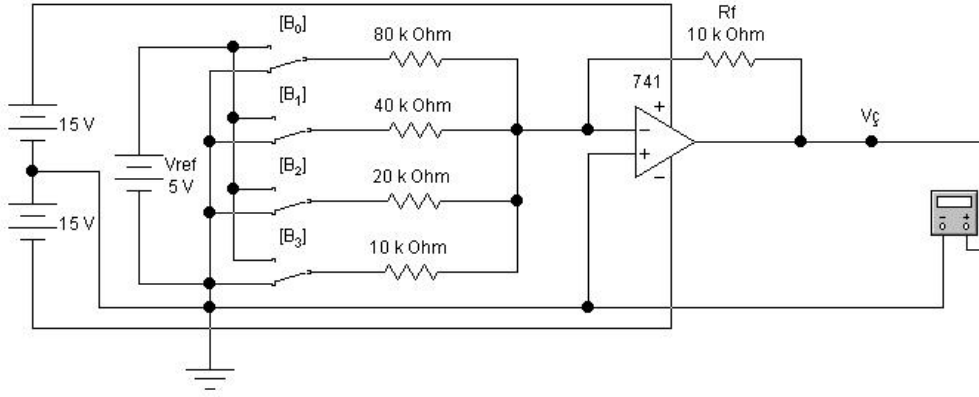
Şekil 2.27: Dijital x-ray blok diyagramı








Resim 2.8: Dijital x-ray

DAC'ler bu tip işlemlerin haricinde önceki konularda bahsedildiği gibi uyarı ve simülasyon cihazlarında üretilen sayısal temelli sinyali vücuda analog olarak uygulanmasına olanak sağlar.

UYGULAMA FAALİYETLERİ

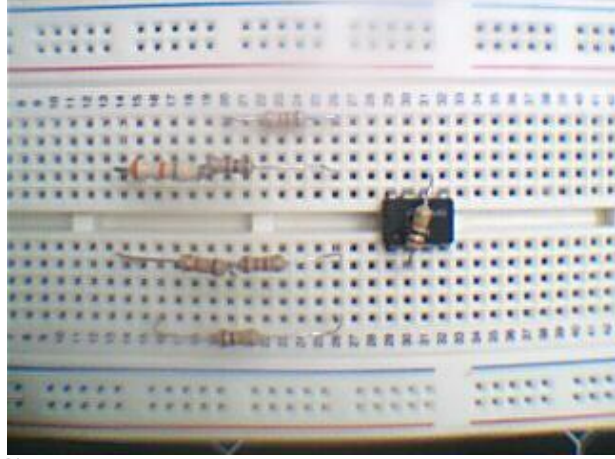


Uygulama 2.1. Şekildeki Paralel Karşılaştırmalı ADC devresini deney borduna aşağıdaki işlem basamaklarına uygun olarak kurunuz, öğretmenin gözetiminde çalıştırınız ve gerekli ölçümleri talimatlara uyarak yapınız.

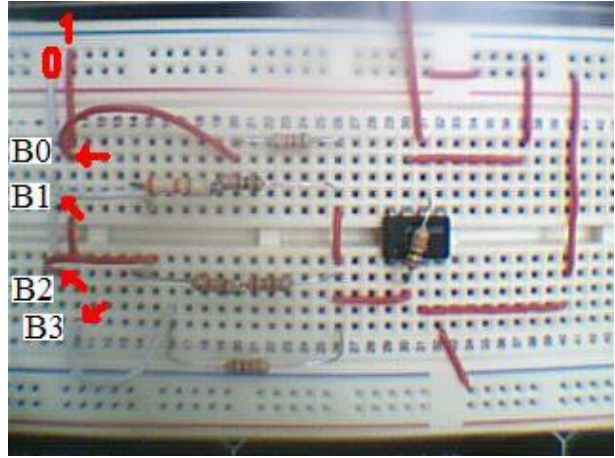
İşlem Basamakları	Öneriler
<p>Ø Ağırlık dirençli DAC Çevirici devresi elemanlarının sağlamlık kontrolünü yapınız.</p>	<p>Ø İş önlüğünüzü giyerek çalışma masanızı düzenleyiniz. Devre şemasında verilen malzemeleri temin ediniz.</p> <p>Ø Elemanların fiziksel kontrolünü yapınız.</p> <p>Ø Elemanların sağlamlık kontrolünü yapınız.</p>     

Ø DAC devresini devre şemasına göre kurunuz.

Ø Elemanları board üzerine hasar vermeden dikkatli ve düzgün bir şekilde yerleştiriniz.



Ø Elemanlar arası kablo bağlantılarını devre şemasını takip ederek yapınız.



Ø DAC devresinin çalıştırınız.

Ø Öğretmeninize devrenizi kontrol ettirerek gerilim uygulayınız.

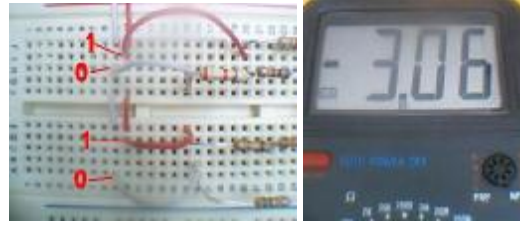


Ø Çeşitli giriş değerleri için çıkış gerilimini ölçünüz.

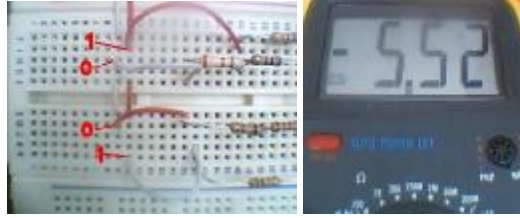
- Ø Çeşitli binary değerler için çıkış gerilim değerlerini ölçünüz.
- Ø Ölçü aleti ile ölçüm yaparken dikkatli olunuz.
- Ø Ölçüm sonuçlarını, 2.1.2.1 nolu konudaki verilen değerlerle karşılaştırarak ve formüle uygulayarak doğruluğunu görünüz.



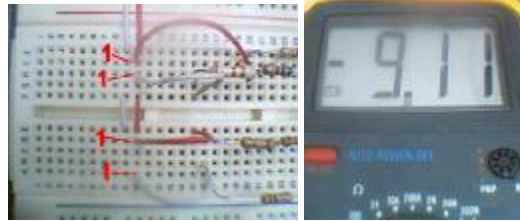
(0001)



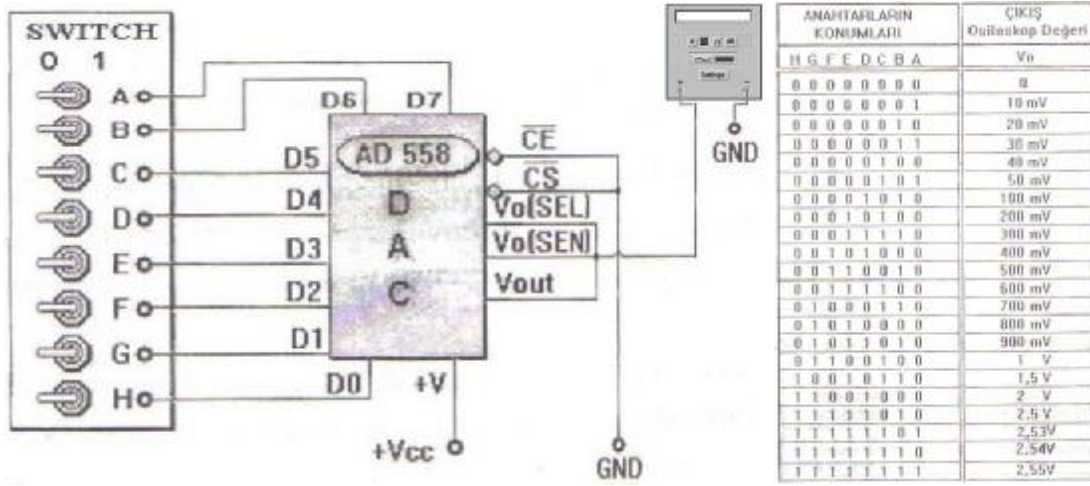
(0101)



(1001)



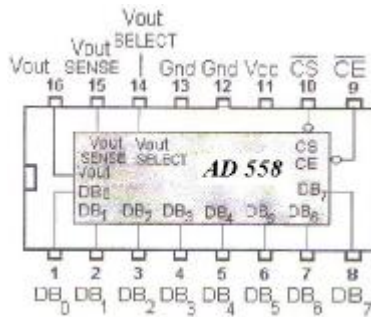
(1111)



Uygulama 2.2. Şekildeki devreyi deney seti üzerinde yada gerekli malzemeleri temin ederek board üzerine kurunuz. Öğretmeniniz gözetiminde çalıştırınız. Giriş switch konumlarını tabloya göre değiştirerek devrenin Vout çıkış gerilimini ölçünüz. Ölçüm sonuçlarını tablo ile karşılaştırarak doğruluğunu kontrol ediniz. Yaptığımız değişik ölçümleri aşağıdaki tabloya kaydederek öğretmeninizle beraber kontrol ediniz.

Araç-Gereç ve Malzeme listesi:

- Ø 5...12 V DC güç kaynağı
- Ø AD 558
- Ø 8 x switch/switch gurubu
- Ø Bread bord/Deney seti
- Ø İletken
- Ø El takımları
- Ø Ölçü aleti



HGFEDCBA	Vout Gerilimi	HGFEDCBA	Vout Gerilimi
... ..	..... V	... ..	..... V
... ..	..... V	... ..	..... V
... ..	..... V	... ..	..... V
... ..	..... V	... ..	..... V
... ..	..... V	... ..	..... V
... ..	..... V	... ..	..... V
... ..	..... V	... ..	..... V

Kontrol Listesi

	Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır	Neden
1.	Yapacağınız işlemi anladınız mı?			
2.	Devre malzemelerini temin ettiniz mi?			
3.	İş güvenliği tedbirlerini aldınız mı?			
4.	Malzemelerin sağlamlık ölçümünü ve fiziksel muayenesini yaptınız mı?			
5.	Devre malzemelerini bord üzerine yerleştirdiniz mi? (Deney seti için dikkate almayınız)			
6.	Devrenin kablo bağlantılarını yaptınız mı?			
7.	Bağlantı kontrollerini yaptınız mı?			
8.	Devreye gerilim uygulayarak çalıştırdınız mı?			
9.	Switchleri tabloya göre farklı konumlara getirdiniz mi?			
10.	Ölçtüğünüz değerleri tabloya göre doğruluğunu kontrol ettiniz mi?			
11.	Yaptığınız diğer ölçmeleri ilgili tabloya kaydettiniz mi?			
12.	Tablodaki kaydettiğiniz değerlerin doğruluğunu öğretmeninizle birlikte kontrol ettiniz mi?			

Değerlendirme

Kontrol listesindeki hayır şeklinde cevapladığınız kısımların nedenlerini belirleyiniz. Belirlediğiniz nedenleri göz önüne alarak problemi çözme yoluna gidiniz. Bu konuda ilgili modülden veya öğretmeninizden yardım alabilirsiniz. Kontrol listesindeki istenen davranışları başarıyla tamamladıysanız, bu faaliyette eksik olduğunuzu düşündüğünüz konular varsa; tekrar bilgi sayfasına dönerek eksik olan yönlerinizi ders öğretmeninizden de yardım alarak tamamlayabilirsiniz.

Tüm sorulara doğru cevap verdiyseniz ölçme değerlendirme sorularına geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

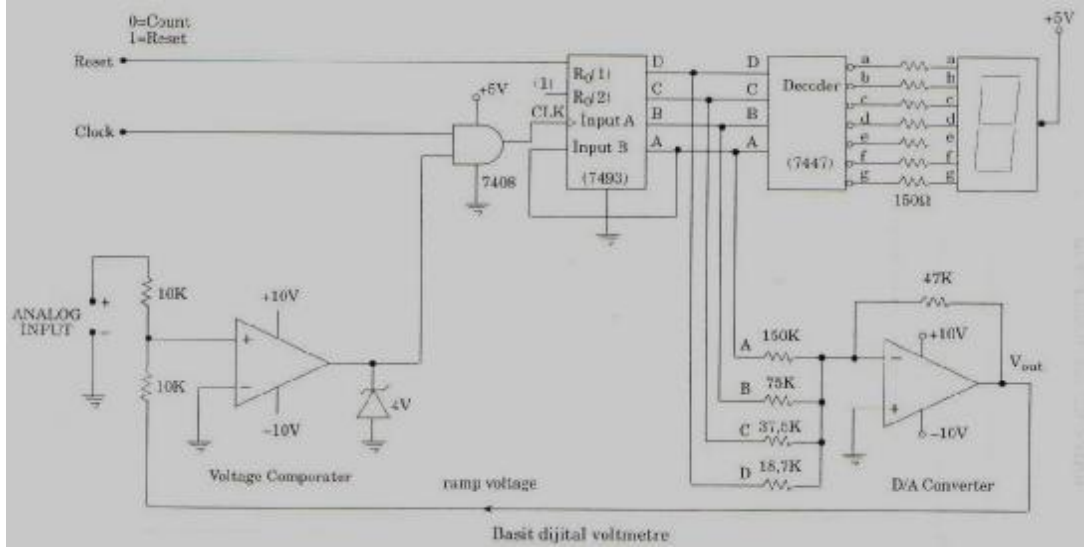
Boş olan kısımları doldurunuz. Cevaplarınızı cevap anahtarından kontrol ediniz.

- 1 DAC devrelerinde, girişe göre çıkıştan elde edilmesi beklene teorik çıkışla, elde edilen çıkışın karşılaştırılmasına denir.
- 2 DAC'lerin yapısında etkin olan op-amp'lı devresi bulunur.
- 3 Sinyali oluşturan fizyolojik yapının işleyiş yapısının incelenmesi, elde edilen bu parametreler ışığında sinyalin farklı sistemlerle elde edilmesi işlemine denir.
- 4 Biyomedikal sistemlerde bilgi iletişim sistemlerinin genel adıdir.
- 5 Bilgisayar ortamında veriler dijital yani 0 ve 1 'lerden oluşur. Bu 0'ları ve 1 'leri farklı bir yerdeki bilgisayara aktarmak ve paylaşmak gerektiğinde kullanılır.
- 6 DMT, QAM ve CAP teknikleridir.
- 7 Kullanıcıların ihtiyaçlarına göre band genişliği ayarlanabilen internet veri iletişim ortamı hattıdır.
- 8 ATM ortak bir ağ üzerinden her türlü sayısal bilginin (veri, grafikler, ses, video ve çoklu ortam uygulamaları) dağıtımını gerçekleştirmek için tasarlanmış tekniğidir.

Sorulara verdiğiniz cevaplar ile cevap anahtarınızı karşılaştırınız, cevaplarınız doğru ise Performans Testi-2 bölümüne geçiniz. Yanlış cevap/cevaplar verdiyseniz modülün ilgili bölümüne dönerek konuyu tekrar ediniz.

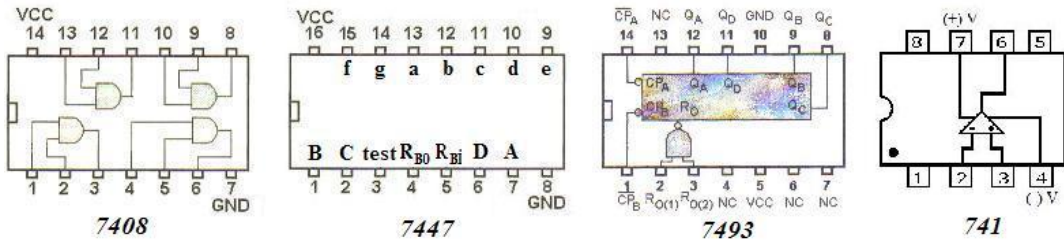
MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıda şeması verilen Basit Dijital Voltmetre devresini öğretmeninizin belirlediği yöntemi kullanarak kurunuz ve çalıştırınız.



Araç-Gereç ve Malzeme Listesi

El takımları	
İletken	4V zener
Lehimleme aletleri/gereçleri (baskı devre yöntemi için)	7x150 Ω
Bread bord/Bakırlı plaket/Deney seti (öğretmeninize danışınız)	2x10 K Ω
2x15 V 1A DC güç kaynağı	18,7 K Ω
Sinyal jeneratörü (Clock)	37,5 K Ω
7493 IC	75 K Ω
7447 IC	150 K Ω
7408 IC	47 K Ω
2x741 IC	
Ortak anot display	



Entegre Ayak Bağlantıları

Performans Değerlendirme

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır	Neden
1	İş güvenliği kurallarına uydunuz mu?			
2	Araç ve gereçlerinizi seçtiniz mi?			
3	Devre malzemelerinin fiziksel kontrolünü yaptınız mı?			
4	Devre malzemelerinin sağlıklı kontrolünü yaptınız mı?			
5	Devreyi öğretmeninizin öngördüğü yöntemle kurdunuz mu?			
6	Devre bağlantılarını kontrol ettiniz mi?			
7	Devreyi öğretmeninize kontrol ettirdiniz mi?			
8	Devreye gerilim uygulayarak çalıştırdınız mı?			
9	Devre ile çeşitli gerilimleri ölçtünüz mü?			
10	Ölçüm sonuçlarını başak bir voltmetre kullanarak doğruladınız mı?			
11	Ölçüm sonuçlarını öğretmeninize kontrol ettirdiniz mi?			
12	Araç ve gereçleri düzgün kullandınız mı?			
13	Temiz ve düzenli çalıştınız mı?			
14	Uygulamayı verilen sürede tamamlayabildiniz mi?			

Değerlendirme

Kontrol listesindeki hayır şeklinde cevapladığımız kısımların nedenlerini belirleyiniz. Belirlediğiniz nedenleri göz önüne alarak problemi çözme yoluna gidiniz. Bu konuda ilgili modülden veya öğretmeninizden yardım alabilirsiniz. Kontrol listesindeki istenen davranışları başarıyla tamamladıysanız, bu faaliyette eksik olduğunuzu düşündüğünüz konular varsa; tekrar bilgi sayfasına dönerek eksik olan yönlerinizi ders öğretmeninizden de yardım alarak tamamlayabilirsiniz.

Modüldeki tüm sorulara doğru cevap verdiyseniz bir sonraki modüle geçmek için ilgili kişiler ile iletişim kurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ - 1 CEVAP ANAHTARI

1	ayrık / kuantalama
2	Çözünürlük
3	Karşılaştırmacı / kodlayıcı
4	Kuantalama
5	Adaptif
6	Veri sıkıştırma
7	Veri azaltma
8	Uyarlayıcı örnekleme
9	Deterministik (belirgin)

ÖĞRENME FAALİYETİ - 2 CEVAP ANAHTARI

1	Doğruluk
2	Toplayıcı
3	Modelleme
4	Biyotelemetri
5	Modem
6	ADSL modülasyon
7	ISDN
8	Açık standart anahtarlama

ÖNERİLEN KAYNAKLAR

- Ø BEREKET Metin, Engin TEKİN, **Dijital Elektronik**, İzmir 2002
- Ø KORÜREK Mehmet, İTÜ, **Tıp Elektronikinde Tasarım İlkeleri**, İstanbul 1996
- Ø YAĞIMLI Mustafa, Feyzi AKAR, **Dijital Elektronik**, İstanbul 1999
- Ø YAZGAN Ertuğrul, Mehmet KORÜREK, İTÜ, **Tıp Elektronik**, İstanbul 1996
- Ø <http://www.biyomedikal.org>

KAYNAKÇA

- Ø BAYHAN Ömer, **Teletıp Sistemleri Ve Uzaktan Hasta Takip Sistemi Tasarımı – Yüksek Lisans Tezi**, Gebze 200
- Ø BEREKET Metin, Engin TEKİN, **Dijital Elektronik**, İzmir 2002
- Ø KORÜREK Mehmet, İTÜ, **Tıp Elektronikinde Tasarım İlkeleri**, İstanbul 1996
- Ø YAĞIMLI Mustafa, Feyzi AKAR, **Dijital Elektronik**, İstanbul 1999
- Ø YAZGAN Ertuğrul, Mehmet KORÜREK, İTÜ, **Tıp Elektronik**, İstanbul 1996
- Ø <http://www.biyomedikal.org>
- Ø <http://www.callcorder.com>
- Ø <http://computer.howstuffworks.com>
- Ø <http://www.houghtonmifflinbooks.com>
- Ø http://personel.telekom.gov.tr/Ders.Kitaplari/Santral/santral_temel_kursu/3bolum/3bol_15_2.htm#Telekomunikasyona
- Ø <http://personel.telekom.gov.tr/Ders.Kitaplari/Trans.KP/kronportor/ikili%20sayi%20sistemi6bolum.htm>
- Ø http://www.silisyum.net/htm/modulasyon/pals_darbe_modulasyonu%20.htm
- Ø <http://tr.wikipedia.org/wiki/Modem>
- Ø MEB, Balgat Endüstri Meslek Lisesi, **DDS-01.1 Dijital Deney Seti Öğretmen Deney Kitabı**