

# ENSTRÜMANTASYON

# Enstrümantasyon

---

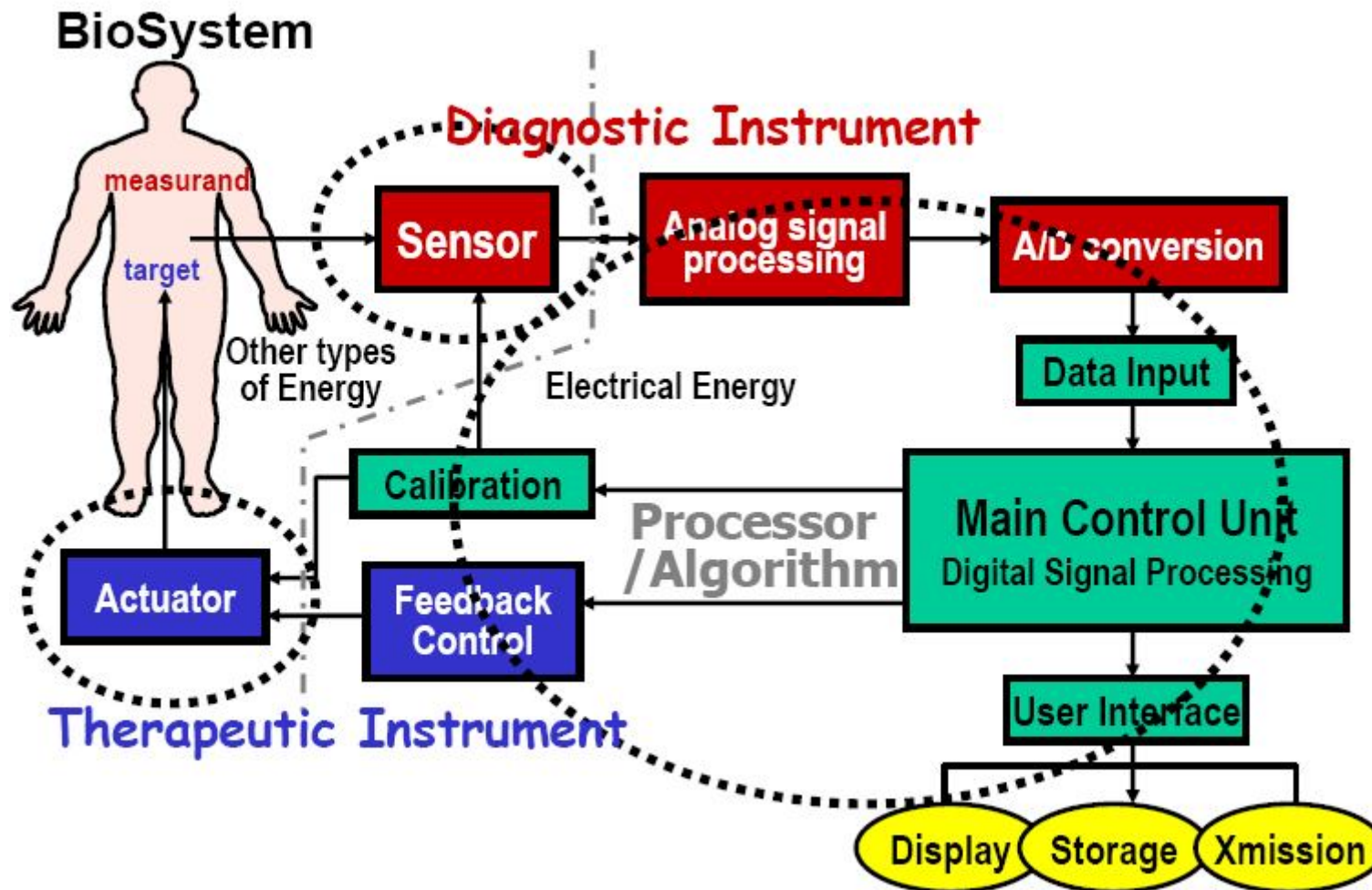
- Nicel (veya bazı zamanlar nitel) miktar ölçmek için kullanılan cihazlara Enstrümanlar (Instruments), işleme de Enstrümantasyon adı verilir.

# Biyomedical Enstrümantasyon

---

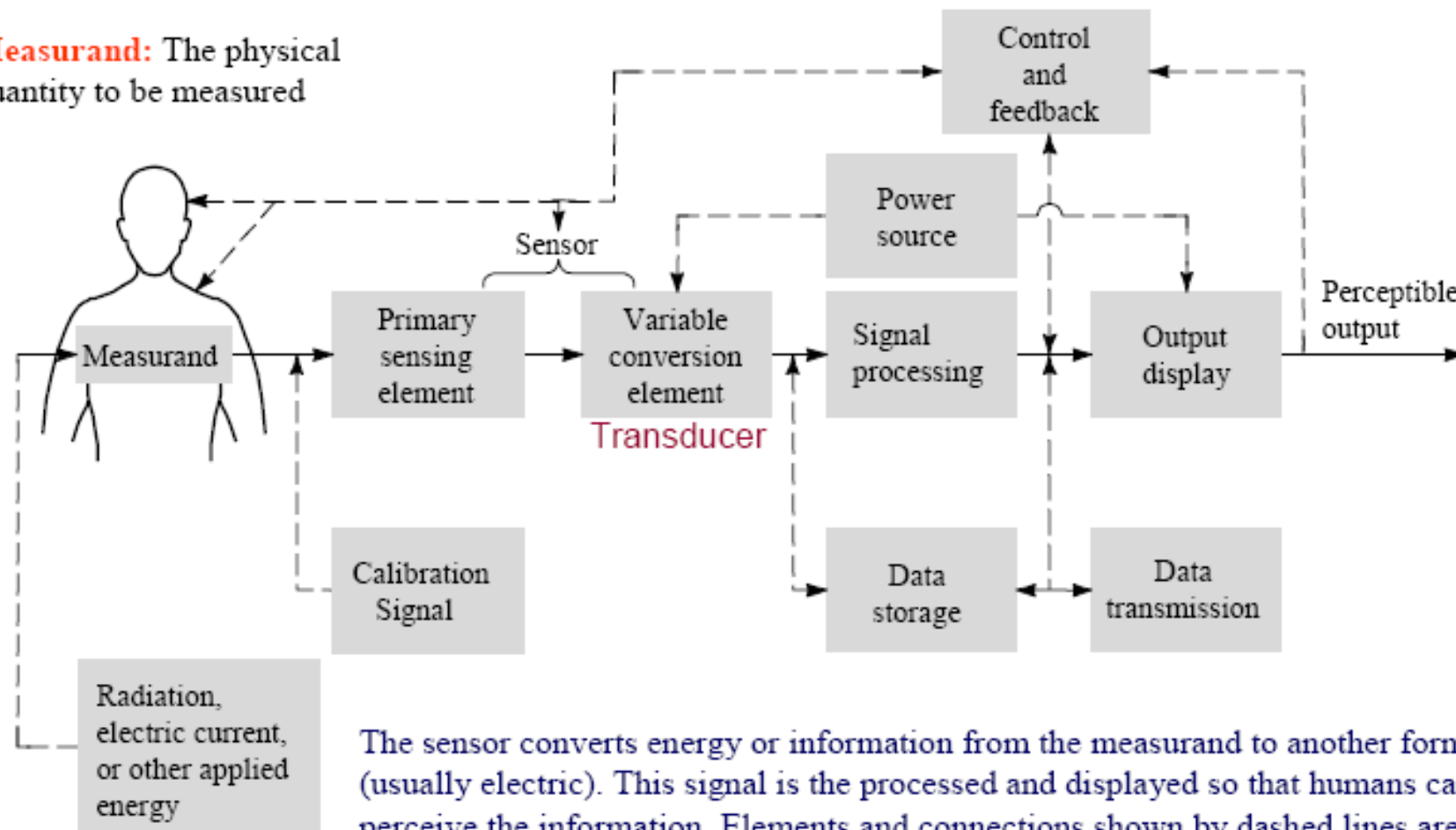
- Bütün biyomedikal cihazlar, hastadan belli bir fiziksel büyüklüğün miktarını ölçer.
- Nicel sonuçlar verir.

# Temel Biyomedikal Enstrumantasyon sistemi



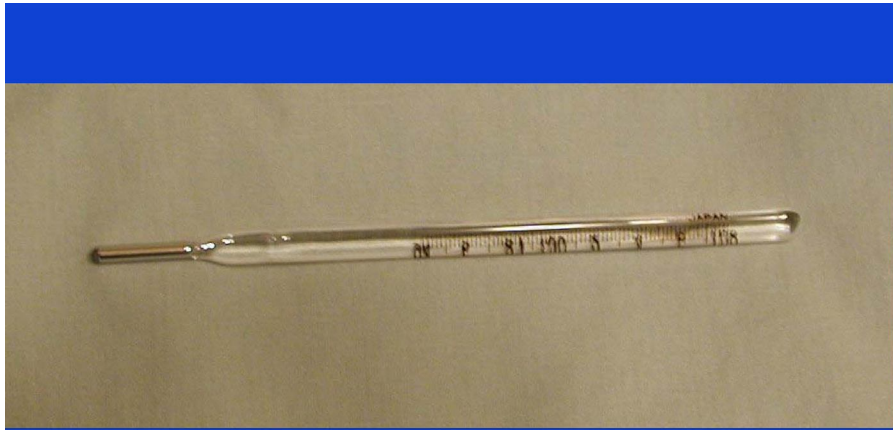
# Temel Biyomedikal Enstrumantasyon sistemi

**Measurand:** The physical quantity to be measured



Radiation,  
electric current,  
or other applied  
energy

The sensor converts energy or information from the measurand to another form (usually electric). This signal is the processed and displayed so that humans can perceive the information. Elements and connections shown by dashed lines are optional for some applications.



**Clinical Thermometer**



# Bebek yoğun bakım ünitesi





# Yoğun bakım ünitesi





# Yoğun bakım ünitesi



# Yoğun bakım ünitesi



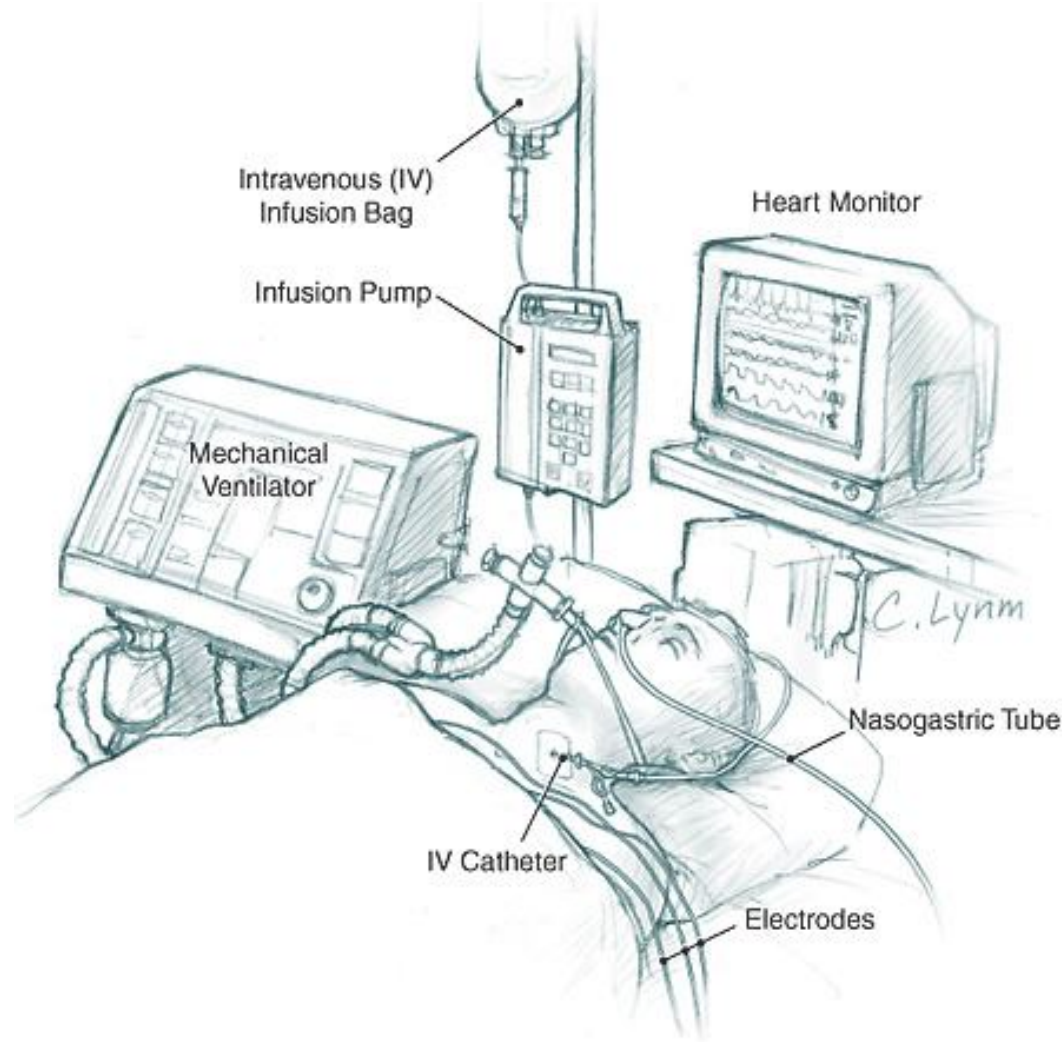
# Yoğun bakım ünitesi



# Yoğun bakım ünitesi



# Yoğun bakım ünitesi



# Ameliyathane

---



# Hastabaşı Monitörü





# Önemli Enstrümantasyon terimleri

---

## ■ **Hassasiyet**

Girişin küçük değişimlerinde çıkışta değişimin ölçülebilmesidir. Algılayıcının hassasiyeti, o algılayıcının çıkış karakteristğine ait eğrinin eğimidir. Bir başka deyişle ne kadar küçük bir değişimi ölçebildiğinin ölçüsüdür.

## ■ **Hassasiyet hatası**

İdeal karakteristik eğriden sapma olarak tanımlanır.

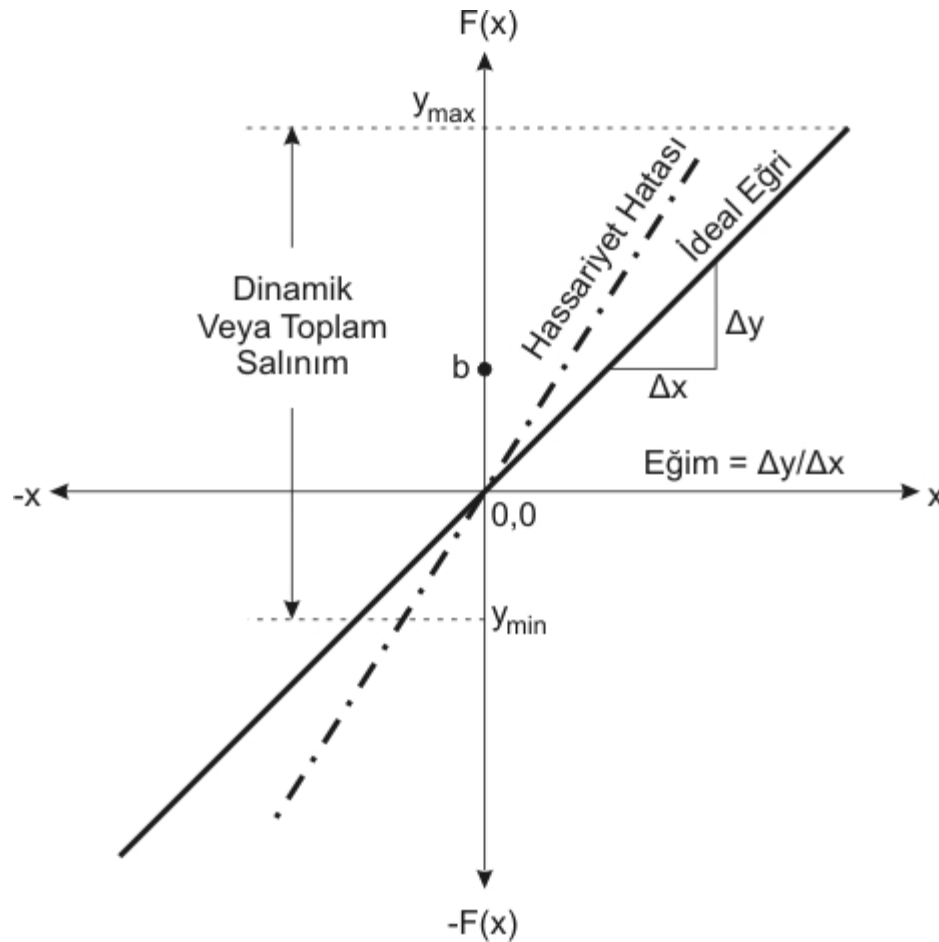
## ■ **Ölçüm aralığı**

Algılayıcının cevap verebildiği etkinin minimum ve maksimum değerlerdir.

## ■ **Dinamik Ölçüm Aralığı**

Algılayıcının cevap verebildiği minimumdan maksimuma kadar olan toplam alandır.

# Önemli Enstrümantasyon terimleri



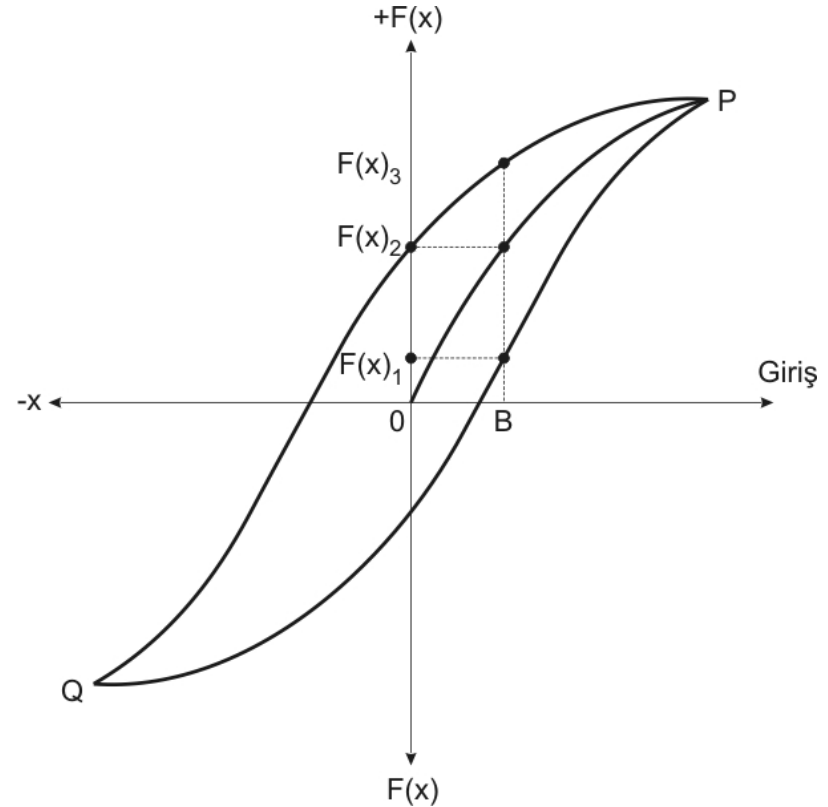
# Önemli Enstrümantasyon terimleri

- **Kararlılık** – Aynı giriş için her ölçümde aynı sonucu vermesi
- **Doğruluk** - Gerçek değer ile Ölçülen değer (Gerçek değer- Ölçülen değer) arasındaki fark.
- **Lineerlik** – Ölçüm aralığının bütün değerlerinde doğru çıkış vermesi.
- **Çözünürlük**-Doğru sonuç alınabilen en küçük değişim aralığı.
- **Doğrusallık**-Bir algılayıcının doğrusallığı, algılayıcının ölçülen eğrisinin ideal eğriden ne kadar saptığıyla bağlantılı bir ifade ile tanımlanır
- **Tekrarlanabilirlik** – Aynı giriş değerlerinde hep aynı çıkış sonuçlarını vermesi
- **Sıfır kalibrasyonu**- Girişin herhangi bir değerinde çıkışın "0" yapılabilmesi.
- **Lineerlik kalibrasyonu**-Ölçülecek sinyalin bütün çalışma aralığında kalibrasyon yapılabilmesi.

# Önemli Enstrümantasyon terimleri

## ■ Histerisis

Bir algılayıcı, değişim yönü ne olursa olsun giriş parametresindeki değişimleri tam olarak takip edebilmelidir.



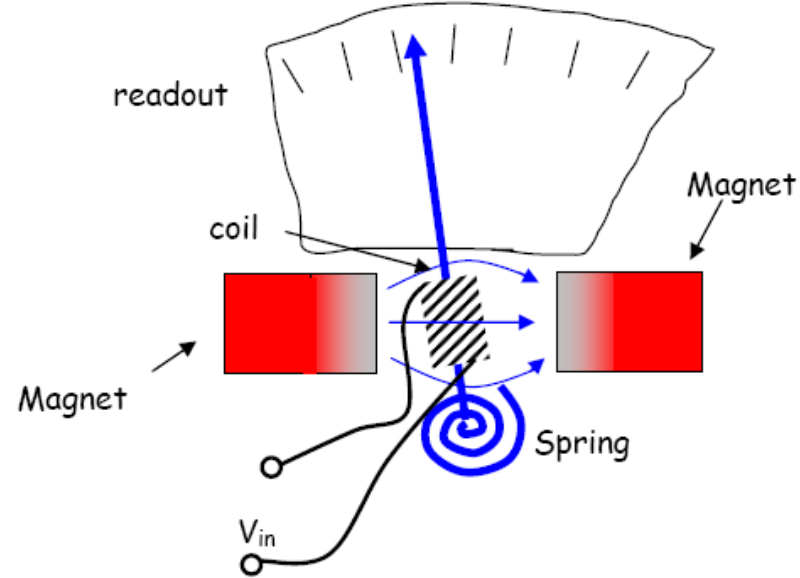
# Sensör

- Fiziksel bir büyüklüğü ölçebilen biyoelektriksel, biyokimyasal ve biyofiziksel değişkenleri hissedebilen elektronik devre elemanlarıdır.
- Termistör.



# Transduser

- Belli bir fiziksel büyüklüğü ölçen ve bu büyüklüğü başka bir fiziksel büyüklüğe dönüştüren elektronik devre elemanlarıdır.
- Transduserde en az bir adet sensör bulunur.
- Voltmetre.



# Aktuatör

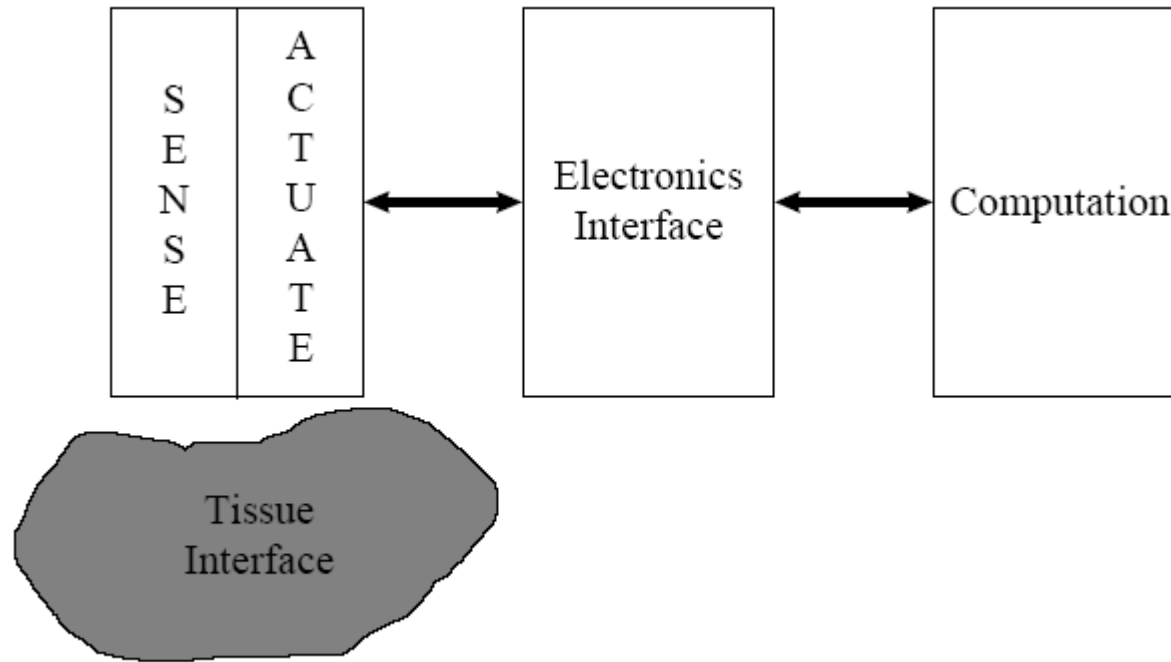
- Fiziksel bir olay yaratarak fiziksel bir büyüklüğü ölçen elektronik devre elemanlarıdır.
- Kimyasal, biyoelektriksel veya biyofiziksel sinyali direk veya dolaylı temasla dış ajanlara iletirler.
- PH metre.





# Bütün biyomedikal cihazlar aşağıdaki şekilde modellenebilir.

---



# Sensör bölümü

---

- Biyokimyasal , biyoelektriksel, veya biyofiziksel değişkenleri hissedebilmelidir.
- Bu parametrelerin psikolojik cevap zamanlarını üretebilmelidir (reproduce).
- Biyolojik malzemelerle güvenli bir arabirim sağlamalıdır.

# Aktuatör bölümü

---

- Direk veya dolaylı temasla ajanlardan dışarıya sinyali iletmelidir.
- Biyokimyasal, biyoelektriksel veya biyofiziksel değişkenleri kontrol edebilmelidir.
- Biyolojik malzemelerle güvenli bir arabirim sağlamalıdır.

# Elektronik Arabirim

---

- Sensör ve actuatörlerin Elektriksel karakteristiklerini hesaplama ve ölçmeyle karşılaştırabilmelidir.
- Sensörlerin Sinyal gürültü oranını korumalıdır.
- Actuatorlerin verimliliğini sağlamalıdır.
- Sensör ve actuatorlerin bandgenişliğini (i.e. time response) korumalıdır.
- Sensör ve actuatorlerle güvenli bir arabirim sağlamalıdır.
- Hesaplama ve ölçme ünitesiyle güvenli bir arabirim sağlamalıdır.
- Sistem için sinyal işleme fonksiyonlarını üretmelidir.

# Ölçme ünitesi

---

- Temel kullanıcı arabirimi sağlamalıdır.
- Tüm sistem için temel kontrol sağlamalıdır.
- Sistem için veri saklama sağlayabilmelidir.
- Tüm sistem için güvenli işlem sürdürmelidir.

# Biyomedikal cihazın performansı

---

- Lineer olmalıdır (doğru orantılı).
- Duyarlılığı yüksek olmalıdır.
- Cevap süreleri kısa olmalıdır (termometre-uzun, PTC-orta, fototransistör-kısa).
- Doğruluğu yüksek olmalıdır(1000. ölçümde de 1. ölçümdeki değeri vermeli).
- Hafızalı olmalıdır (eski haline dönebilmelidir).
- Sıfır kalibrasyonu yapılabilmelidir (giriş “0” iken çıkış “0” yapılabilmelidir).

# Biyomedikal Enstrümantasyon ölçme yöntemleri

---

- Direct / Indirect
- Invasive / noninvasive
- Contact / Remote
- Sense / Actuate
- Gerçek - zamanlı / İstatiksel



# Direct/Indirect

---

- Ölçme sistemi fiziksel parametreyi direk olarak ölçer, örneğin arterden geçen kan miktarının ölçülmesi, veya incelenmek istenen fiziksel parametreye bağlı başka bir parametre ölçülür. (e.g., EKG vücut derisinden, kalbin aksiyon potansiyel değişiminin derideki yayılımını kaydeder, direk olarak yayılım dalga formunu kaydetmez.
- Direct: Temp, Indirect : SpO2, NIBP

# Invasive/Noninvasive

---

- İmplant edilebilen elektrodlarla kas fiberlerinden direk olarak elektriksel aksiyon potansiyelinin kaydedilmesi invasive sensöre bir örnektir. Görüntüleme sistemiyle arterdeki kan akış dinamiğinin ölçülmesi (e.g., ultrasound color flow imaging of the carotid artery) noninvasive sensöre bir örnektir.
- Invasive IBP

# Contact/Remote

---

- Kas fiberlerinde strain gage sensör takarak kas'daki zorlama ve deformasyonu ölçer. MRI veya ultrasonik görüntüleme sistemi içindeki deformasyonu ve zorlamayı organa temas etmeden ölçer.
- Remote Röntgen.

# Sense/Actuate

---

- Sensörler biyokimyasal, biyoelektriksel veya biyofiziksel parametreleri hisseder. Aktuatörler dış ajanlarla direk veya dolaylı olarak temas ederek biyokimyasal, biyoelektriksel veya biyofiziksel parametreleri ölçer ve/veya kontrol ederler. Otomatik insülin verme pompası direk, kontakt aktuatöre bir örnektir. Yüksek yoğunluklu, odaklanmış ultrason (HIFU) ile cerrahi müdahale uzaktan, noninvasive aktuatöre örnektir.

# Gerçek – zaman / İstatistiksel

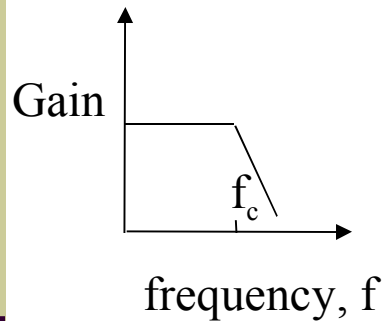
- İstatistiksel enstrümanlar fizyolojik parametrelerin geçici ortalamalarını alır. Gerçek zamanlı enstrümanlar ölçülecek fizyolojik parametreden daha hızlı bir sürede cevap verirler. Gerçek zamanlıya örnek; ultrason, arteriyel kan hızındaki değişimi kardiyak sinyalinin formundan ölçer.
- İstatistiksel:
- Averaged EMG.



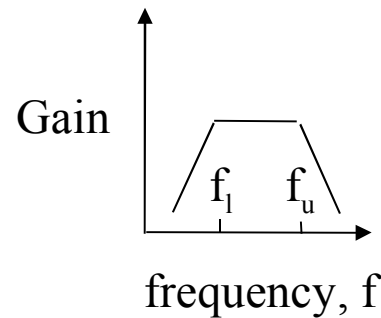
**Flowing Blood**

# Sensör filtreleme

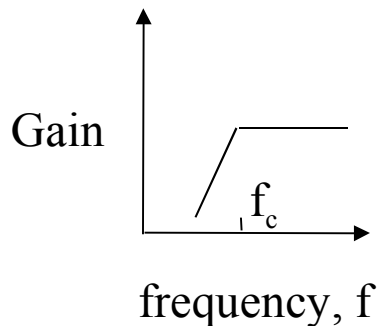
- Ölçülen işarete Gürültüyü elemek / ayıklamak için: (elektromanyetik gürültü, şebeke gürültüsü, sensörün titreşmesi, vb.)
- Ölçülecek olan işaretin frekansı hesaplamak için filtreler kullanılır.



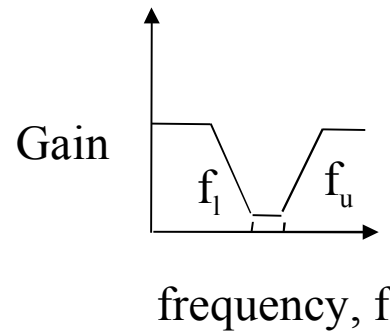
Low pass filter  
Pass band :  $f < f_c$   
Stop band :  $f > f_c$



Band pass filter  
Pass band :  $f_l < f < f_u$   
Stop band :  $f < f_l$  &  $f > f_u$



High pass filter  
Pass band :  $f > f_c$   
Stop band :  $f < f_c$

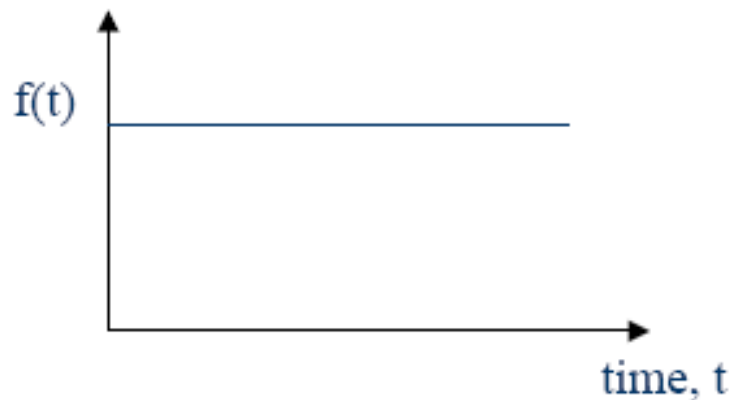


Band stop filter  
Pass band :  $f < f_l$  &  $f > f_u$   
Stop band :  $f_l < f < f_u$

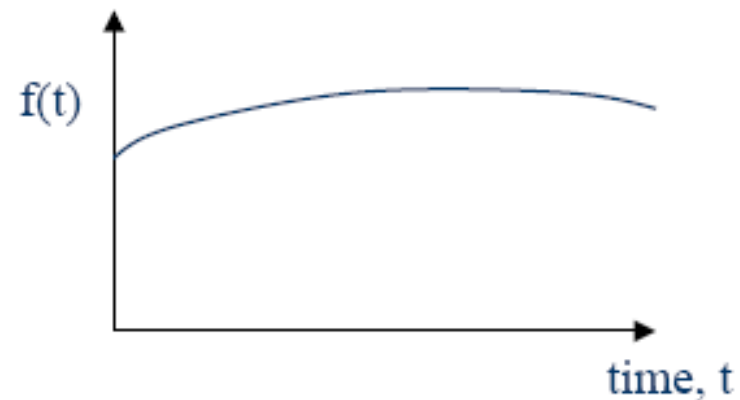
# Sinyal tipleri I

- **Statik sinyaller** çok büyük bir zaman periyodunda değişmeden kalır.
- **Yarı-statik sinyaller** Çok yavaş değişir. Özellikleri dinamik sinyal ile statik sinyal arasındadır. Ancak Statik sinyallere daha çok benzerler.

Static signal



Quasi-static signal

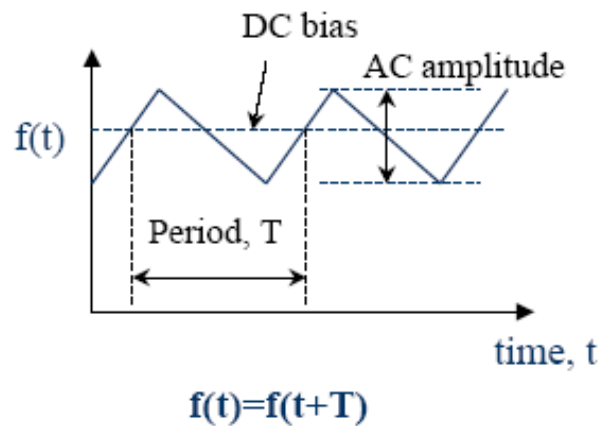




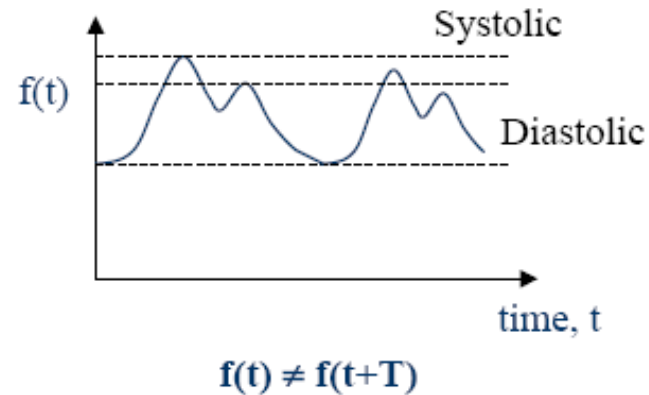
# Sinyal tipleri II

- **Periyodik sinyaller** düzgün aralıklarla tamamen birbirinin aynısı olarak tekrar ederler.
- **Tekrarlanan sinyaller** dalga formları periyodik sinyallerden farklı olarak her periyotta birbirinin tamamen aynısı değildir.
- Sinyal özellikleri : AC Genlik + DC bias + Frekans
- Fourier Serileri analizi ile yorumlanır.

Periodic signal



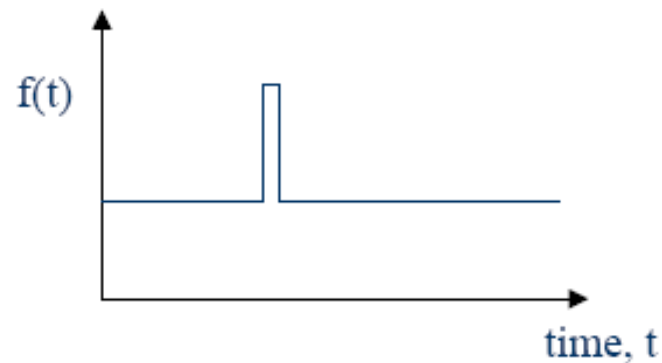
Repetitive signal



# Sinyal tipleri III

- **Geçici sinyaller** sadece bir kez tekrarlanır veya sinyal genişliği periyodlarına göre çok küçüktür.
- Fourier Transform analizi ile yorumlanır.

Transient signal



Quasi-transient signal

