

Szenzormodalitások

Jegyzet

Tartalomjegyzék

1	Vizsga kérdések	6
1.1	Szenzorok	6
1.1.1	Szenzor definíció	6
1.1.2	Szenzor kategóriák	6
1.1.3	Szenzorok használati területei	7
1.1.4	Szenzor problémák	8
1.1.5	Aktuátor definíció, példák	8
1.2	DAQ/Tradicionális vezérlés/DCS/SCADA/Monitoring/Vezérlőrendszerek	9
1.2.1	DIKW piramis	9
1.2.2	Tradicionális vezérlési rendszerek vs. Elosztott vezérlési rendszerek (DCS)	9
1.2.3	DAQ rendszer előnyök/hátrányok, alkalmazási területek	10
1.2.4	Elosztott vezérlési rendszerek (DCS)	10
1.2.5	SCADA rendszer	10
1.3	DAQ	11
1.3.1	DAQ rendszer komponensei	11
1.3.2	DAQ alkalmazási területek	11
1.3.3	Jelkondicionálás	11
1.3.4	Betegmonitorozó DAQ infrastruktúra	11
1.3.5	DAQ rendszerek kihívásai	12
1.4	Elosztott vezérlési rendszerek (DCS)	12
1.4.1	DCS architektúra	12
1.4.2	DCS komponensei	12
1.4.3	DCS előnyök és hátrányok	12
1.4.4	DCS alkalmazási területek	12
1.5	Supervisory control and data acquisition - SCADA	13
1.5.1	SCADA architektúra, komponensei	13
1.5.2	SCADA előnyök/hátrányok	13
1.5.3	SCADA alkalmazási területek	13
1.5.4	SCADA funkciói	14
1.5.5	Basic SCADA vs. Integrated SCADA vs. Networked SCADA	14
1.6	Biojel-gyűjtés (Biosignal acquisition)	15
1.6.1	Szenzoradat kezelési folyamat	15
1.6.2	Mérési hibák (típusok/források)	16

1.6.3	Egyetlen vs. több szenzoros mérési problémák	17
1.6.4	Mérnöki kihívások a nagymennyiségű adatgyűjtésnél	18
2	Téma 1	19
2.1	Szenzor/érzékelő	19
2.2	Adat-Információ-Ismeret-Tudás piramis	19
2.3	Data Acquisition - DAQ rendszerek	20
2.4	Járulékos hardver eszközök	20
2.5	Rendszerirányító rendszerek	20
2.5.1	Distributed Control System - DCS	21
2.5.2	Supervisory Control and Data Acquisition - SCADA	21
2.5.3	SCADA rendszer generációk	22
2.5.4	SCADA rendszer általános belső architektúrája	22
2.5.5	A SCADA rendszerek főbb funkciói	23
2.6	Példák a távoli adatgyűjtésre	23
2.6.1	Távoló adatgyűjtő rendszerek általános működése	24
2.7	Általános páciens monitorozó DAQ architektúra	24
2.8	Élettani paraméterek monitorozása extrém körülmények között	25
2.9	Üzemeltetési és távfelügyeleti rendszer	26
3	Téma 2	27
3.1	Szenzorjelek feldolgozása	27
3.2	Élettani paraméterek (típusok)	28
3.2.1	Organizmus mérhető paraméterei	28
3.3	Szenzoradat kezelés	28
3.4	Mért élettani paraméterek	28
3.5	Mérési hibák	29
3.6	Távoli szenzor adat	29
3.7	Egyetlen vs. több szenzoros mérések	29
3.8	Mérnöki kihívások a nagymennyiségű adatgyűjtésnél	30
3.9	Biológiai jellemzők és mérésük	30
3.10	Vérnyomás	31
3.11	Vérnyomásmérés	31
3.12	Humán keringési rendszer	32
3.13	Szívverés - szisztolé és diasztolé	32
3.14	Vérnyomásértékek	33
3.15	A szív működés jellemző jelei	34
3.16	Nagyvérköri nyomásértékek	35

3.17	A keringési rendszer egyszerűsített modellje	35
3.18	Mérések pontossága	36
3.19	Mérési megoldások/elvek (nem invazív)	37
3.20	Oszcillometriás vérnyomásmérő elvi felépítése	38
3.20.1	A nyomásmérő rész blokkvázlata (oszcillometriás) . . .	38
3.20.2	A nyomásmérő rész aluláteresztős erősítőjének meg- valósítása	39
3.21	Mérési megoldások/elvek (nem invazív)	39
3.22	Vérnyomásmérők a gyakorlatban	40
3.22.1	ABPM - vérnyomás Holter	40
3.22.2	Vérnyomásmérést befolyásoló tényezők	40
3.22.3	Invazív vérnyomásmérés	41
3.22.4	Vér összetevők mérése	41
3.22.5	Vércukor	41
3.23	Inzulin problémák	42
3.24	Cukorbetegség	43
3.25	Vércukorszint	44
3.26	Vércukormérés gyakorisága	44
3.27	Vércukormérés	44
3.28	Hátrányok	45
3.29	CGM - Folyamatos vércukormonitorozás napjainkban	45
3.30	Inzulin	45
3.30.1	Inzulin beadása	45
3.30.2	Inzulin adagolók napjainkban	46
3.30.3	Auto-injector megoldás belső részei	46
3.30.4	CGM + inzulinpumpa	46
3.30.5	Koleszterin (LDL/HDL), laktát, hemoglobin, triglicerid mérés	47
3.31	Gyógyszerszedés	47
3.32	Evolúció	48
3.33	Defibrillátorok és pacemaker-ek	48
3.34	Az emberi légzés monitorozása	48
3.34.1	Pulzoximetria	49
3.34.2	Külső légzést monitorozó eszközök	49
3.35	Mozgásmonitorozás vs. mozdulatmonitorozás	50
3.36	Mozdulat és mozgásmonitorozó rendszerek	50
3.37	Személyi mozgásmennyiség mérő	51
3.38	Mozgásmennyiség figyelés (életviteli minták)	51

3.39	Mozdulat monitorozás	51
3.40	A monitorozás eredményeinek felhasználási területei	52
3.41	Megoldási alternatívák	52
3.42	Mozgásmonitorozás - célhardverek	52
3.43	Eszközök	52
3.44	Mozdulatkövetés a gyakorlatban (hardver és eszköz)	53
3.45	Szoftver képességek	53
4	Téma 4	54
4.1	Elektromos jelek gyűjtése a testből/ről	54
4.2	Elektrokardiográf (EKG)	54
4.3	EKG	55
4.4	EKG bemenet funkcionális felépítése	55
4.5	EKG görbe	56
4.6	EKG mérés régen és ma	57
4.7	12 elvezetési EKG – kórházi használat	58
4.8	Mobil EKG rendszerek a gyakorlatban	59
4.9	EKG monitorok	59
4.10	Mobil - viselhető EKG monitorok	59
4.11	Szívritmusszabályzók, pacemakerek	60
4.12	Kinek van szüksége pacemakerre?	60
4.13	Hogyan működik a pacemaker?	61
4.14	Pacemakertípusok	61
4.15	Egyelektródás pacemaker	61
4.16	Pitvar-kamrai pacemaker	61
4.17	Biventricularis pacemaker	61
4.18	A beültetésről	62
4.19	A szív elektrofiziológiai vizsgálata diagnosztikai katéterrel	62

1 Vizsga kérdések

1.1 Szenzorok

1.1.1 Szenzor definíció

- A szenzor egy eszköz, ami fizikai ingereket (pl.: hőmérséklet, fény, nyomás) érzékel és ezeket mérhető jelekké alakítja.
- Ezek a jelek lehetővé teszik környezetünk változásainak észlelését és mérését. (pl.: ipar, egészségügy, környezetvédelem)
- Szenzorok lehetnek aktív vagy passzív típusúak, azaz saját energiát használó vagy a környezeti energiát felhasználó eszközök.
- Digitális adatot ad ki magából.
- A digitális adatot tovább adja küldeni vezetékes vagy vezeték nélküli csatornán.

1.1.2 Szenzor kategóriák

- Hőmérséklet-szenzorok
 - Környezet hőmérsékletének mérése, gyakran használják otthoni fűtési rendszerekben, autókban és ipari folyamatokban.
- Gyorsulásmérők
 - Gyorsulás/rezgés mértékét érzékelik, gyakran használják mobiltelefonok képernyő-orientációjának szabályozásához, járművek ütközésérzékelésére, épületek szeizmikus monitorozására.
- Kémiai szenzorok
 - Vegyületek mérése levegőben, vízben vagy egyéb közegben.
 - Környezetszennyezés monitorozása, ipari folyamatok ellenőrzése, egészségügyben.
- Hangfrekvencia-szenzorok
 - Hanghullámokat érzékel, alkalmazhatóak biztonsági rendszerekben, hangfelismerésben és akusztikai elemzésben.

1.1.3 Szenzorok használati területei

A szenzorok javítják életünk minőségét, hatékonyságát és biztonságát.

- Okostelefonok és viselhető eszközök
 - Gyorsulásmérők, giroszkópok, lépésszámlálás, automatikus fényerőszabályozás.
- Otthoni automatizálás és intelligens otthonok
 - Hőmérséklet, fény, mozgás
- Ipari automatizálás
 - Üzemeltetés hatékonyságát növeli.
- Egészségügy és orvostechnika
 - Kémiai szenzorok, biometrikus szenzorok, diagnosztikák/kezelések monitorozása
- Autóipar
 - Ütközésérzékelők, parkolássegítő rendszerek
- Biztonsági rendszerek
 - Mozgásérzékelők, füstérzékelők, kamera szenzorok a veszélyhelyzetek azonosítására.

1.1.4 Szenzor problémák

- Kalibrációs problémák
 - Következménye a pontatlanság lehet, kell a rendszeres kalibráció a pontos működéshez.
- Környezeti hatások
 - Extrém hőmérsékletek, por és egyéb környezeti tényezők befolyásolhatják a szenzorok teljesítményét.
- Energiafogyasztás
 - Akkumulátorral működő eszközöknél a szenzorok sokat fogyasztanak.
- Inferencia és zaj
 - Zajok torzíthatják a szenzorok által gyűjtött adatokat, ami pontatlansághoz vezet.
- Technológiai korlátok (Például kommunikáció)

1.1.5 Aktuátor definíció, példák

Az aktuátorok olyan eszközök, amik elektromos jelet fizikai műveletekké alakítanak át, az aktuátorok lehetnek mechanikus szerkezetek vagy bonyolultabb rendszerek.

- Elektromos motorok
 - Elektromos energiát mechanikai mozgássá alakítanak át, járművek meghajtását teszik lehetővé például.
- Hidraulikus aktuátorok
 - Folyadék nyomásának növelésével/csökkentésével működnek, erős és precíz mozgásra képesek, például építőipari gépekben.
- Pneumatikus aktuátorok
 - Sűrített levegőt használnak a mozgás előidézésére, például ahol gyors és ismétlődő mozgásra van szükség.

1.2 DAQ/Tradicionális vezérlés/DCS/SCADA/Monitoring/Vezérlőrendszerek

1.2.1 DIKW piramis

Tudáspiramis, egy modell, bemutatja hogyan alakulnak át az adatok értelmezhető és használható tudássá.

1. Adat (Nyers adatok kontextus nélkül (pl.: mérések adatai), kevés hasznos információt tartalmaznak.)
2. Információ (Adatok kontextusba helyezése.)
3. Tudás (Információkból következtetéseket lehet levonni.)
4. Bölcsesség (Tudás alkalmazása, miértje.)

1.2.2 Tradicionális vezérlési rendszerek vs. Elosztott vezérlési rendszerek (DCS)

- Tradicionális vezérlési rendszerek
 - Központosított architektúrára épül, ahol egy vagy több központi vezérlőegység végzi a folyamatok összes vezérlési és felügyeleti feladatát.
 - Egyszerű, alacsony költségek
 - Korlátozott skálázhatóság, a központosított vezérlés miatt nagyobb a rendszer kiesésének kockázata
- Elosztott vezérlési rendszerek (DCS)
 - Vezérlési folyamatokat moduláris egységek között osztja szét, amik kommunikálnak egymással egy közös hálózaton keresztül.
 - Minden egyes szegmens a saját területéért felelős.
 - Magasabb rendelkezésre állás, megbízhatóság, skálázhatóság
 - Költséges, bonyolult

1.2.3 DAQ rendszer előnyök/hátrányok, alkalmazási területek

Adatgyűjtő rendszerek, lehetővé teszik fizikai jelenségek valós idejű monitorozását és analízisét.

Egy tipikus DAQ rendszer szenzorokból áll, adatgyűjtő hardverből és szoftverből áll, amik összegyűjtik és feldolgozzák az adatokat.

- Előnyök (Rugalmas konfiguráció, pontos mérések, valós idejű adatfeldolgozás, automatizálás)
- Hátrányok (Költségek, technikai komplexitás, hardver és szoftverkompatibilitás, Karbantartás, frissítések)
- Alkalmazási területek (Tudományos kutatás, mérnöki tesztelés és fejlesztés, környezeti monitorozás, egészségügy)

1.2.4 Elosztott vezérlési rendszerek (DCS)

- Előnyök (Magasabb rendelkezésre állás, megbízhatóság, skálázhatóság)
- Hátrányok (Költséges, bonyolult)
- Alkalmazási területek (Gyógyszeripar, erőművek, élelmiszeripar)

1.2.5 SCADA rendszer

- Előnyök (Távoli felügyelet, valós idejű adatgyűjtés, megbízhatóság, automatizálás)
- Hátrányok (Komplexitás, költségek, karbantartás)
- Alkalmazási területek (Energiaipar, közlekedés, gyártás és automatizálás)

1.3 DAQ

1.3.1 DAQ rendszer komponensei

- Szenzorok és érzékelők (Fizikai változások elektromos jelekké alakítja át)
- Jelkondicionáló áramkörök (Jelet átalakítja, hogy azok megfelelőek legyenek)
- Adatgyűjtő eszközök - DAQ hardver (Előkészített analóg jelet digitális formátumba konvertálja)
- Számítógép és interfész (DAQ hardvert számítógéphez kell csatlakoztatni, interfész lehet USB, PCI, PCIe, Ethernet és szoftveren keresztül kezeli az adatokat)
- Szoftver (LabVIEW, MATLAB)

1.3.2 DAQ alkalmazási területek

- Tudományos kutatás, mérnöki tesztelés és fejlesztés, környezeti monitorozás, egészségügy

1.3.3 Jelkondicionálás

A jelkondicionálás előkészíti az elektromos jeleket a digitális átalakításra és feldolgozásra, célja, hogy javítsa a jelek minőségét és növelje az adatgyűjtés pontosságát.

- Erősítés, szűrés, hőmérséklet-kompenzáció, lineárizáció, galvanikus leválasztás, jelalakítás

1.3.4 Betegmonitorozó DAQ infrastruktúra

Beteg valós időben történő monitorozása.

- Szenzorok és érzékelők, jelkondicionáló áramkörök, adatgyűjtő eszközök, központi monitorozó állomás és hálózati infrastruktúra, szoftver és analitikai eszközök, adattárolás és archiválás

1.3.5 DAQ rendszerek kihívásai

- Jelzaj és interferencia, nagy adatmennyiség kezelése, szenzor kalibráció és hőmérsékleti hatások, Adatbiztonság és adatvédelem, hardver és szoftverkompatibilitás, skálázhatóság és rugalmasság, Kezelhetőség

1.4 Elosztott vezérlési rendszerek (DCS)

1.4.1 DCS architektúra

- Vezérlési folyamatokat moduláris egységek között osztja szét, amik kommunikálnak egymással egy közös hálózaton keresztül.
- Minden egyes szegmens a saját területéért felelős.
- Moduláris

1.4.2 DCS komponensei

- Folyamatvezérlők
- Operátori állomások (HMI)
- I/O modulok
- Kommunikációs hálózatok
- Mérnöki munkaállomások
- Adatarchiváló és elemző rendszer
- Biztonsági rendszerek

1.4.3 DCS előnyök és hátrányok

- Előnyök (Magasabb rendelkezésre állás, megbízhatóság, skálázhatóság)
- Hátrányok (Költséges, bonyolult)

1.4.4 DCS alkalmazási területek

- Gyógyszeripar, erőművek, élelmiszeripar

1.5 Supervisory control and data acquisition - SCADA

1.5.1 SCADA architektúra, komponensei

Lehetővé teszik a nagy ipari és infrastrukturális folyamatok távoli monitorozását, vezérlését és automatizálását.

- Terepi eszközök
- Távközlési rendszerek
- RTU-k
- SCADA szerverek és számítógépek
- HMI
- Adatbázis és archiváló rendszerek
- Biztonsági komponensek
- Alkalmazási és szoftvereszközök

1.5.2 SCADA előnyök/hátrányok

- Előnyök (Távoli felügyelet, valós idejű adatgyűjtés, megbízhatóság, automatizálás)
- Hátrányok (Komplexitás, költségek, karbantartás)

1.5.3 SCADA alkalmazási területek

- Energiaipar, közlekedés, gyártás és automatizálás

1.5.4 SCADA funkciói

- Távmérések, távjelzések fogadása
- Visszajelzés, adat vizualizáció
- Naplózás
- Riasztások (határérték és gradients figyelés)
- Topológia analízis
- Távparancsadás
- Autentikáció és jogosultságkezelés
- Adattárolás

1.5.5 Basic SCADA vs. Integrated SCADA vs. Networked SCADA

- Basic SCADA
 - Alapvető távoli felügyelet és adatgyűjtés
 - Korlátozott I/O kapacitás, egyszerű HMI és adatgyűjtés
 - Kis teljesítményűek, egyszerű ipari folyamatok
- Integrated SCADA
 - Bonyolultabb, több funkciót integrálnak egyetlen koherens rendszerben.
 - ERP rendszerek, komplex gyártási folyamatok, nagy létesítmények, vállalati szintű
- Networked SCADA
 - Széleskörű hálózati kapcsolatok, távoli elérés és vezérlés, adatmegosztás a létesítmények között, felhőalapú adattárolás és szolgáltatások
 - Távvezetési rendszerek, vízellátás, energiaszolgáltatás, szétszórt infrastruktúra felügyelet

1.6 Biojel-gyűjtés (Biosignal acquisition)

A bioszignálok az élőlények testéből származó elektromos, mechanikai vagy más fizikai jelek, amik információt hordoznak az adott szervezet vagy szervrendszer állapotáról.

- Elektromos bioszignálok (Ideg és izomsejtek elektromos aktivitásából származnak)
 - **EKG** (Elektrokardiogram), szív elektromos tevékenysége.
 - **EEG** (Elektroenkefalográfia), Agy elektromos aktivitása.
 - **EMG** (Elektromiográfia), izom elektromos aktivitása.
- Mechanikai bioszignálok (Fizikai mozgások és változások)
 - **Pulzushullám-velocitás**, az artériás rugalmasság mérésére szolgáló jel.
 - **Spirometria**, légzés mechanikájának mérése.
- Kémiai és biokémiai bioszignálok (Kémiai összetétel változásai)
 - **Glükózsint-mérés**, vércukorszint mérés.
 - **pH-mérés**, testfolyadék savasságának mérése.
- Optikai és termikus bioszignálok (Fény és hő alapú jelek)
 - **Pulzoximetria**, véroxigénszint mérés.
 - **Testhőmérséklet-mérés**, a test belső hőmérsékletének mérési módjai.
- Környezeti tényezők és egyéb mérések
 - **Páratartalom és hőmérséklet**
 - **Tartás és gyorsulás**

1.6.1 Szenzoradat kezelési folyamat

1. Data acquisition (DAQ) (egy/több szenzor)
2. Adatkezelés (feldolgozás/szűrés)
3. Tárolás, keresés
4. Vizualizáció
5. Megosztás

1.6.2 Mérési hibák (típusok/források)

Minden mérés tartalmaz hibákat!

- Rendszerszerű hibák
 - **Kalibrációs hibák** (Mérőeszközök nem megfelelő kalibrálása)
 - **Elektromos interferencia** (Környezeti elektromos berendezések zavarai)
 - **Jelátviteli hiba** (Hosszú vagy rossz minőségű kábelezés)
- Random hibák
 - **Operátori hiba** (Emberi tényező, mint pl.: szenzor helytelen elhelyezése)
 - **Fiziológiai zaj** (A testből származó nem kívánt jelek, pl.: izomzaj)
 - **Mintavételi hiba** (Nem megfelelő mintavételi frekvencia alkalmazása)

1.6.3 Egyetlen vs. több szenzoros mérési problémák

- Egyetlen szenzoros mérési problémák
 - **Korlátozott információszerzés**, egyetlen nézőpontból származó adatok korlátozott betekintést nyújtanak.
 - **Hibatűrés hiánya**, egy szenzor meghibásodásánál nincs redundancia, ami az egész mérési folyamat kieséséhez vezethet.
 - **Nagyobb kockázat a pontatlanságokra**, az adatok értelmezésekor
- Több szenzoros mérési problémák
 - **Adatkezelés és feldolgozás**, nagy adatmennyiség kezelése, tárolása, elemzése bonyolult, időigényes
 - **Adatfúzió és integráció**, a különböző típusú és forrású adatok összeegyeztetése és integrálása technikai kihívást jelenthet.
 - **Interferencia és koherencia**, a szenzorok közötti interferencia és az adatok koherenciájának hiánya torzíthatja az eredményeket.

1.6.4 Mérnöki kihívások a nagymennyiségű adatgyűjtés-nél

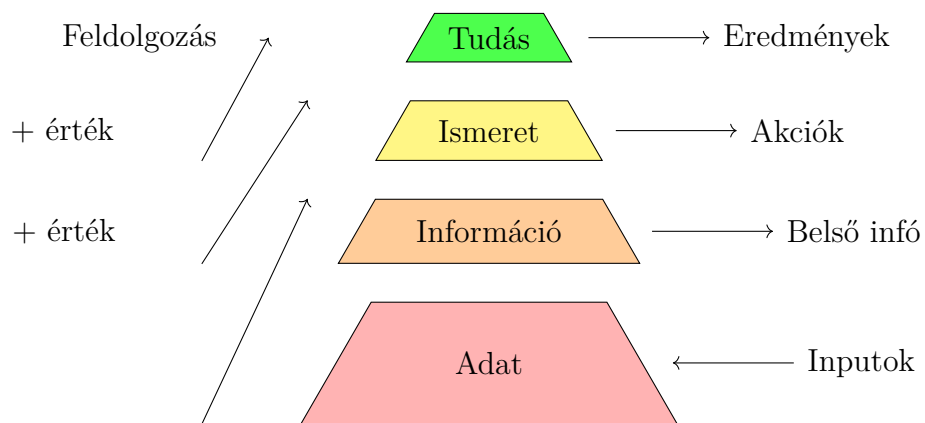
- Általános kihívások
 - P1 → Sok DAQ csomópont
 - P2 → Sok szenzor (különböző típusú)
 - P3 → Nagy adatmennyiség lehetőleg gyorsan átküldve
- Kommunikációs probléma → $P1 \times P2 \times P3$
- Szoftver kihívások
 - Valós idejű DAQ + előfeldolgozás + feldolgozás + megjelenítés (különböző tartományok)
 - Komplex döntési helyzetek
 - Online adatmenedzsment (megosztás + archiválás)
- Hardver korlátok
 - Energia problémák
 - Kommunikációs hatótávolságok, adat multiplexálási problémák/idő, frekvencia
 - Biztonság, megbízhatóság, használhatóság

2 Téma 1

2.1 Szenzor/érzékelő

- Monitorozásnál a szenzor
 - Érzékelő ami valamilyen fizikai/kémiai mennyiséget, vagy annak változását méri.
 - Digitális adatot ad ki magából.
 - A digitális adatot tovább tudja küldeni **vezetékes**, vagy **vezeték nélküli** csatornán.
- Szenzor problémák
 - Elem
 - Kezelhetőség
 - Működési időtartam
 - Élettartam
 - Kábelek, környezeti beépítési problémák
 - Egészségkárosító hatás
 - Technológiai korlátok (kommunikációs hatótávolság)

2.2 Adat-Információ-Ismeret-Tudás piramis



2.3 Data Acquisition - DAQ rendszerek

- Szenzorok
- Kliens oldali adatgyűjtő eszközök
 - Megjelenítési felülettel, vagy anélkül
 - Általános célú megoldások (PC, mini PC, okos telefon)
 - Célhardverek
- Központi adat tároló és adat menedzselő rendszerek (adat szerverek)
- Központi/kliens oldali megjelenítő rendszerek (web/alkalmazás szerverek)
- Központi rendszer felügyeleti eszközök (alkalmazás szerverek)
- Üzemeltető és kiszolgáló személyzet infrastruktúrája (szakemberek, technikusok, CallCenter, stb.)
- Kommunikációs infrastruktúra, ami az egyes részeket összeköti.

2.4 Járulékos hardver eszközök

- Összeköttetéshez a központi irányába
 - Okostelefon
 - Számítógép/célszámítógép/PDA
- Kábelek a szenzor és az adatgyűjtő összeköttetéshez
- Dongle-ek a vezeték nélküli átvitelhez

2.5 Rendszerirányító rendszerek

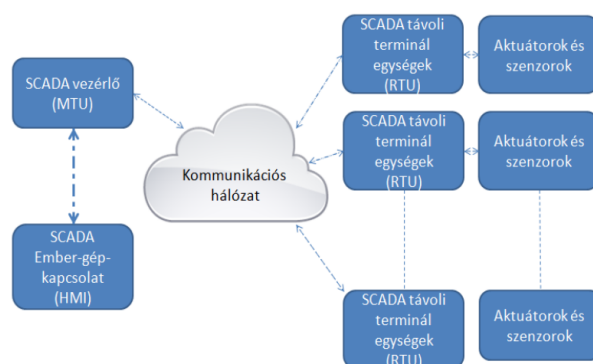
- Valós idejű információ folyamatos továbbítása, tárolása és feldolgozása, a rendszerirányítás megbízható számítógépes támogatása mind az operatív üzemirányítás, mind az üzemelőkészítés és üzemértékelés elvégzéséhez.
- Központi vezérlési rendszerek
- Distributed Control System - DCS
- Supervisory control and data acquisition - SCADA

2.5.1 Distributed Control System - DCS

- Szemben a direkt helyi vezérlővel megvalósított rendszerekkel:
 - a DCS-ek esetében nagyobb a megbízhatóság,
 - kisebbek a kialakítási költségek, mivel a vezérlés lokálisan megvalósított és a vezérléshez szükséges kommunikáció is lokális,
 - központi (akár távolról megvalósított) ellenőrzés

2.5.2 Supervisory Control and Data Acquisition - SCADA

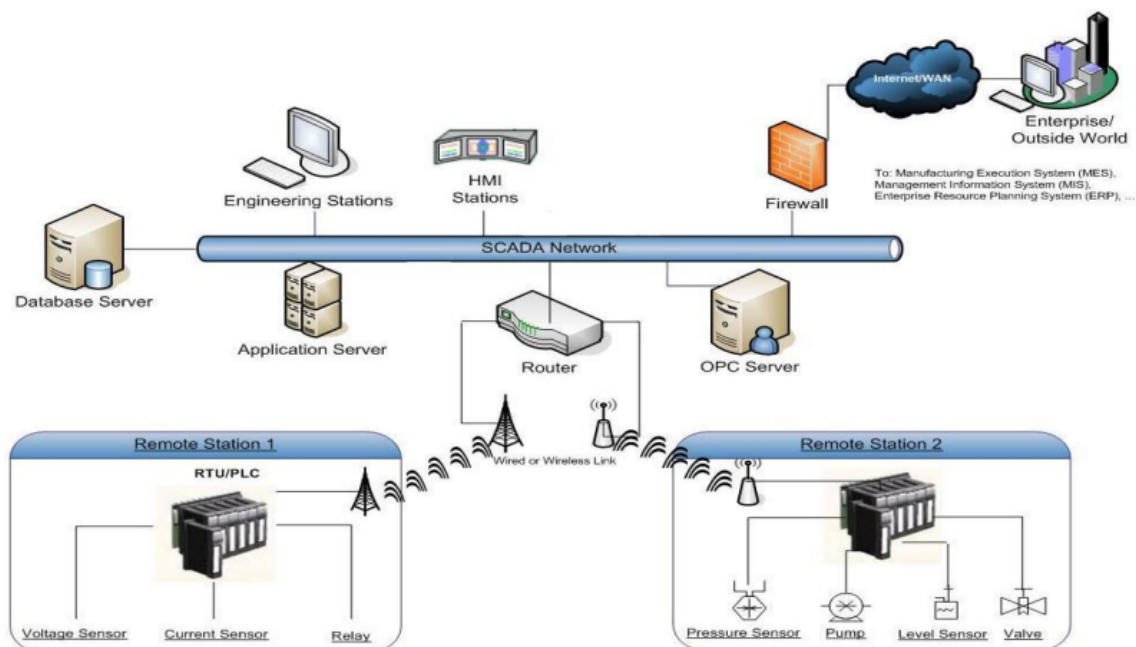
- Felügyeleti szabályozás és adatgyűjtés
 - Központosított vezérlés (figyel és vezérel)
 - Távoli adatgyűjtől
 - Biztonságos kommunikáció
 - Elosztott adattárolás
 - Időbélyegek
 - Például → Erőművek, csővezetékek, elektromos hálózatok, vízhálózatok
- Supervisory → Operator, engineer, supervisor
- Control → Monitoring, Limited, Telemetry, Remote/Local
- Data Acquisition → Analog/Digital



2.5.3 SCADA rendszer generációk

- Monolitikus, szigetszerű rendszerek, egymástól függetlenül működő zárt (kapcsolat nélküli)
- Elosztott rendszerek → LAN hálózatba rendezett, egymással hálózati protokollokon kommunikáló
- Hálózatos rendszerek → Földrajzilag nagyobb kiterjedésű (LAN-nál nagyobb) hálózatokba rendezett, egymással hálózati protokollokon kommunikáló rendszerek, egymástól független, egymással párhuzamosan futó
- Internet of Things (IoT)
- Felhő infrastruktúrákkal támogatott, növelt hatékonysággal, és optimált költségekkel üzemelő online, valós idejű rendszerek.

2.5.4 SCADA rendszer általános belső architektúrája



2.5.5 A SCADA rendszerek főbb funkciói

- Távmérések, távjelzések fogadása
- Visszajelzés, adat vizualizáció
- Naplózás
- Riasztások (határérték és gradiens figyelés)
- Topológia analízis
- Távpárcsadás
- Autentikáció és jogosultságkezelés
- Adattárolás

2.6 Példák a távoli adatgyűjtésre

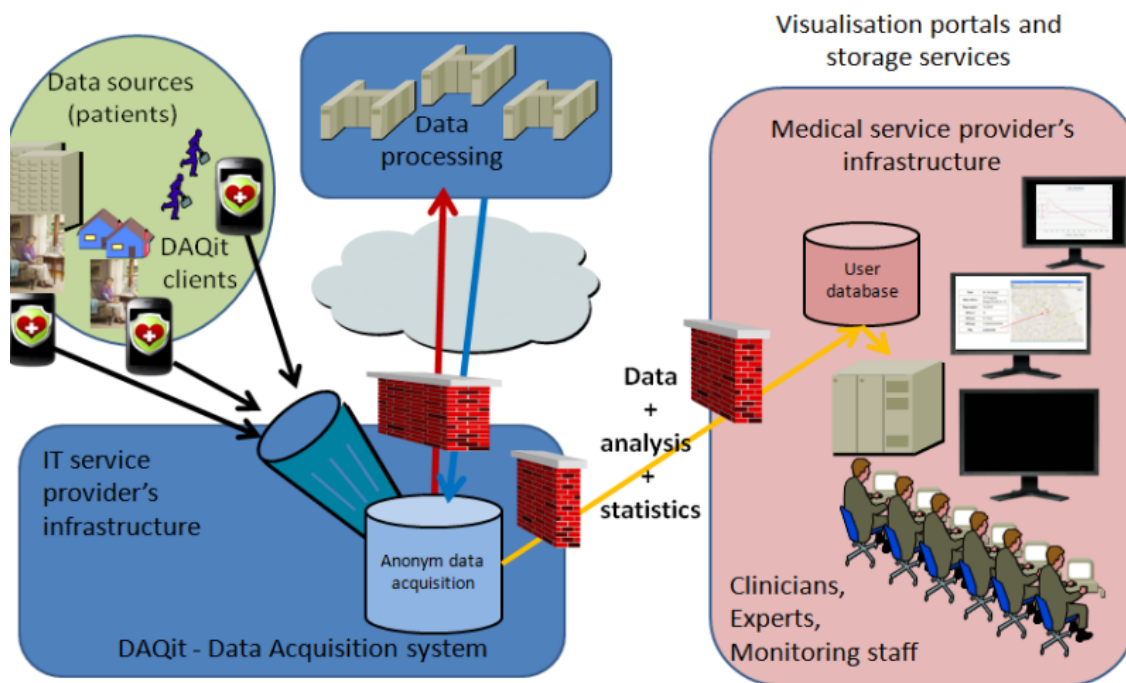
Régebben távoli, nehezen megközelíthető, veszélyes helyeken mérés, illetve gyakori automatizált méréssorozatok esetén elterjedt.

- Mérő állomásoknál
 - Meteorológiai, vízállás mérő állomások, épületek/hidak/alagutak
- Komplex berendezések
 - Részecskegyorsítók
- Egészséges emberek monitorozása
 - Intelligens ruhák
 - Munka közben (katonaság, tűzoltóság)
 - Sportolás közben (fitness)
- Telemedicina
 - Távdiagnózis
 - Távmonitorozás
- Autonóm robotok
 - AUV, UAV, ROV

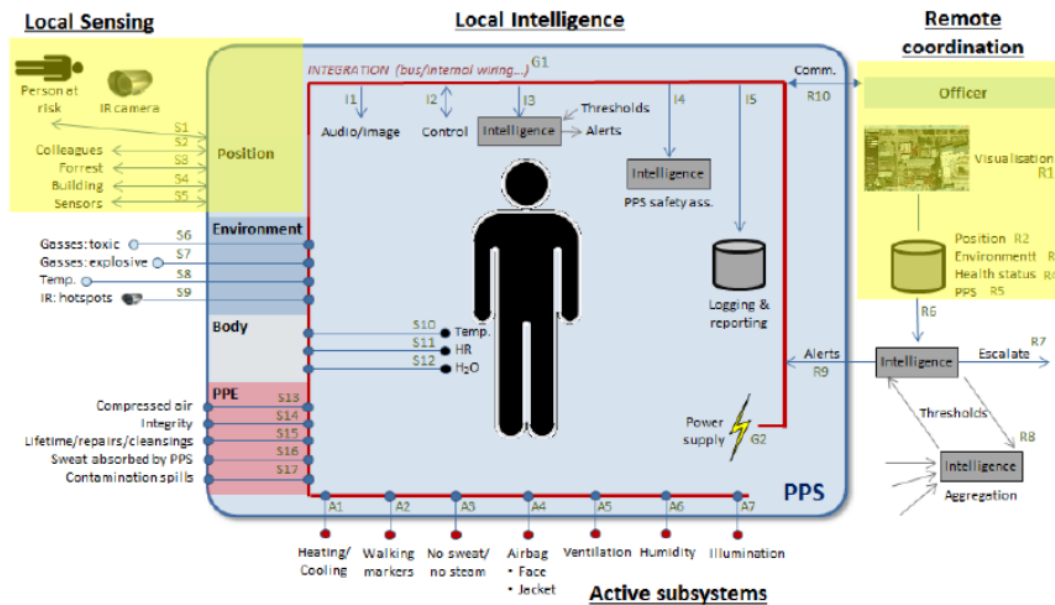
2.6.1 Távoló adatgyűjtő rendszerek általános működése

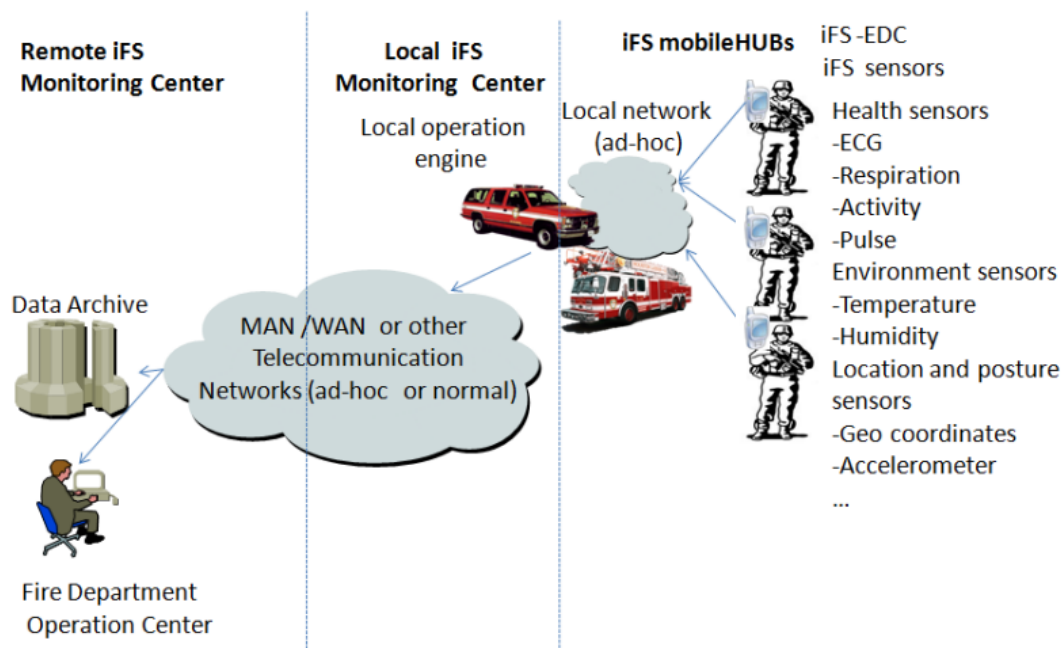
- Érzékelés
- Adattovábbítás
- Adatfeldolgozás, adatszűrés
- Adatelemzés
- Adatmegosztás, vizualizáció
- Az adatgyűjtő rendszer üzemeltetése
 - Megjelenő hibák észlelése és korrigálása

2.7 Általános páciens monitorozó DAQ architektúra



2.8 Élettani paraméterek monitorozása extrém körülmények között





2.9 Üzemeltetési és távfelügyeleti rendszer

- Távmonitorozó rendszer
- Eseménykezelő rendszer
- Hibakezelő rendszer
- Monitorozási környezet

3 Téma 2

3.1 Szenzorjelek feldolgozása

- Miért
 - Az adatokat értelmezni kell (például: lényeges információ a megfigyelt személy egészségi állapotáról, helyzet tudatosság, ...)
 - Adott paraméterter állapotváltozásának nyomonkövetése (trendek megfigyelése)
 - Amit nem ismerünk, azt nem tudjuk mérni, amit tudunk mérni, azt meg tudjuk ismerni.
- Probléma
 - Sok adat jön, redundáns az információ
 - Jönnek hibás, téves adatok
 - A nyilvánvaló adatok feldolgozása "egyszerű" (például: nincs szívhang, 42C-os hőmérséklet), és a többi szenzor-jel közötti korreláció is érdekes
 - A sok adatot nehéz visszakereshetően tárolni

3.2 Élettani paraméterek (típusok)

3.2.1 Organizmus mérhető paraméterei

- Fiziológiai paraméterek (fizikai, kémiai, ...)
- Belül mért (invazív)
 - Folyadékok (vér), minták, ...
- Kívül mért (nem invazív)
 - Vérnyomás, pulzus, EKG, EEG, EMG, ...
 - Bőrhőmérséklet, szín, ...
- Mikro/makró környezet
- Páratartalom, hőmérséklet, tartás, gyorsulás, sebesség, ...

3.3 Szenzoradat kezelés

- Data Acquisition (DAQ) (egy/több szenzor)
- Adatkezelés (feldolgozás/szűrés)
- Tárolás, keresés
- Vizualizáció
- Megosztás

3.4 Mért élettani paraméterek

- Tudományos munka általában:
 - Mérés tervezése
 - Mérés kivitelezése ismert környezetben
 - Adatok előfeldolgozása (tisztítás, szűrés, ...)
 - Adatok feldolgozása
 - Adatok kiértékelése
 - Döntések

3.5 Mérési hibák

Minden mérés tartalmaz hibákat!

- Hibák jönnek:
 - Érzékelési hibák
 - * $A \rightarrow D$ konverzió (kvantifikálás)
 - * Mintavételi hibák (Nyquist-Shannon mintavételi elmélet)
 - Mérési környezet/elrendezés
 - Mérőműszer problémák
 - * AAMI - American Association for the Advancement of Medical Instrumentation, BHS-British Hypertension Society (A osztály 40%: 5Hgmm)
- Távoli mérések is tartalmaznak hibákat.

3.6 Távoli szenzor adat

- A szenzorokból jövő adatok egy adott paraméter (hőmérséklet, hely, pulzusszám, ...) digitalizált értékét jelentik.
- Ezt valamilyen mintavételi frekvenciával mért mintákból kapjuk meg, amik többnyire átlagok.
- A mérések gyakorisága fontos jellemzője a rendszernek, befolyásolja a végezhető adatelemzés felbontóképességét.
- Idő kell mire beérkezik
 - Valós idő
 - Szakaszos küldés \rightarrow Mit tárolunk?

3.7 Egyetlen vs. több szenzoros mérések

- Több szenzor \rightarrow több mért érték (és mért adat)
- Kérdés \rightarrow Melyik érték pontos(abb)/igaz(abb)?
- Mit használjunk?
 - Átlag? Súlyozott Átlag? ...

3.8 Mérnöki kihívások a nagymennyiségű adatgyűjtésnél

- Általános kihívások
 - P1 → Sok DAQ csomópont
 - P2 → Sok szenzor (különböző típusú)
 - P3 → Nagy adatmennyiség lehetőleg gyorsan átküldve
- Kommunikációs probléma → $P1 \times P2 \times P3$
- Szoftver kihívások
 - Valós idejű DAQ + előfeldolgozás + feldolgozás + megjelenítés (különböző tartományok)
 - Komplex döntési helyzetek
 - Online adatmenedzsment (megosztás + archiválás)
- Hardver korlátok
 - Energia problémák
 - Kommunikációs hatótávolságok, adat multiplexálási problémák/idő, frekvencia
 - Biztonság, megbízhatóság, használhatóság

3.9 Biológiai jellemzők és mérések

- Vérnyomás
- Vér alkotó elemeinek mérése → vércukor, koleszterin (LDL, HDL), laktát, hemoglobin, triglicerid
- Légzési paraméterek
- EKG, EEG, EMG, ECOG
- Testhőmérséklet
- GSR
- Súly, mozgásmennyiség

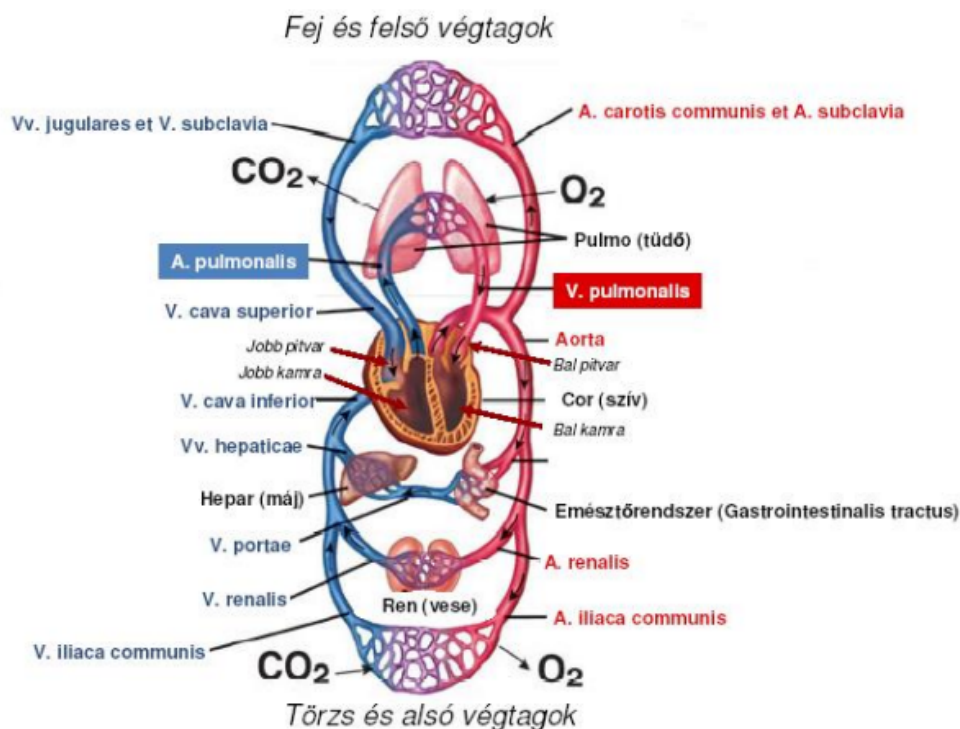
3.10 Vérnyomás

- A magas vérnyomás népbetegség
- A betegek száma folyamatosan nő
- A vérnyomáscsökkentő gyógyszerek piaca hatalmas
- A kezelés módja erősen függne a mért értékektől (legkisebb dózis)
- A vérnyomás viszonylag gyorsan jelentősen változó érték (a szabályozó rendszer instabil/nem robosztus)

3.11 Vérnyomásmérés

- Az egyik legtöbbet mért fiziológiai paraméter
- Több millió eladott berendezés Európában évente
- A készülékek mérési pontossága erősen eltérő
- Csak tájékoztató jellegű információt ad
- Sok mérési megoldásnál megfigyelhető a szervezet autoregulációs hatása → A mérés beavatkozik a keringési rendszer biomechanikájába

3.12 Humán keringési rendszer



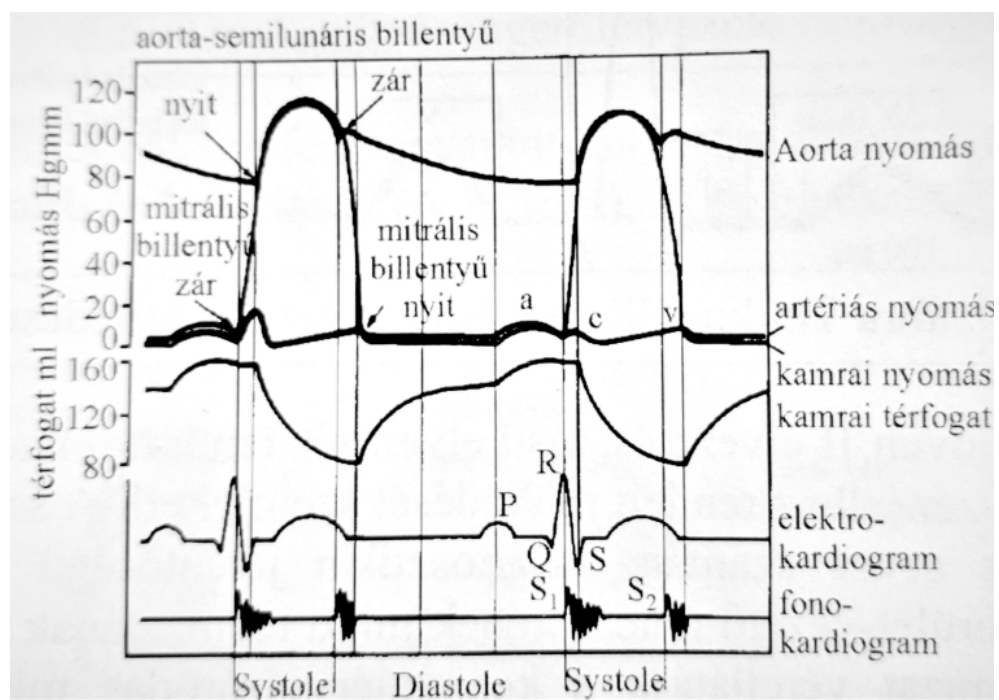
3.13 Szívverés - szisztolé és diasztolé

- Minden szívverés két fázisból áll, ezeket az orvosok szisztoléként és diasztoléként határozzák meg.
- A szisztolében a szívizom összehúzódik és vért pumpál a keringésbe, míg a diasztolé alatt ellazul és újratöltődik vérrel.
- Vérnyomás ingadozás okai
 - Hosszú idejű variabilitás (napi bioritmus) periódikus → +20-40 Hgmm változás (24 órás ciklus)
 - Rövid idejű változékonyság, néhány perces hatások
 - * Légzés, fizikai aktivitás, drogok/koffein/tea, +20 Hgmm
 - * Pszichés hatások, fehér köpeny effektus +30Hgmm

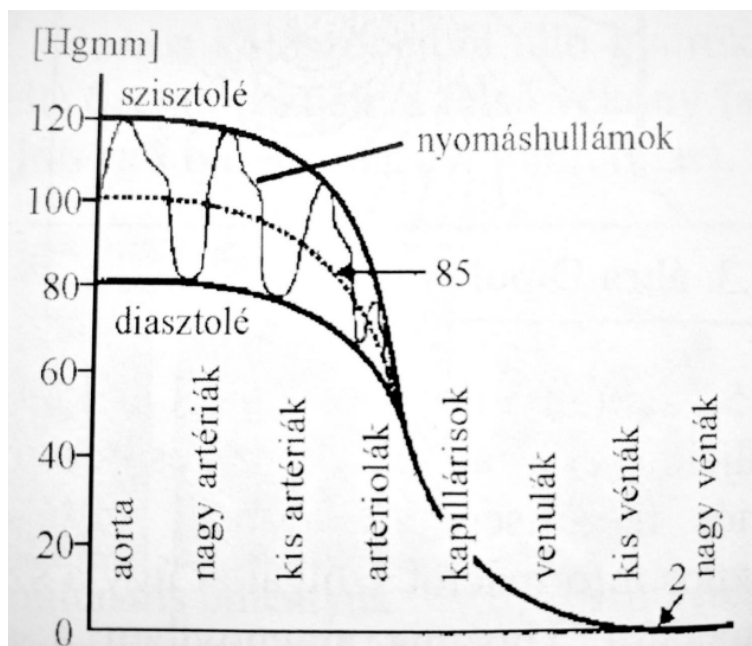
3.14 Vérnyomásértékek

Kategória	Szisztolés nyomás (Hgmm)	Diasztolés nyomás (Hgmm)
Optimális vérnyomás	< 120	< 80
Normális vérnyomás	120-129	80-84
Emelkedett-normális vérnyomás	130-139	85-89
Kóros vérnyomás - hipertónia	140 <	90 <
I. fokozat (enyhe hipertónia)	140-159	90-99
II. fokozat (közepesúlyos)	160-179	100-109
III. fokozat (súlyos hipertónia)	>= 180	>= 110
Izolált diasztolés hipertónia	< 140	> 89
Izolált szisztolés hipertónia	>= 140	< 90

3.15 A szívműködés jellemző jelei

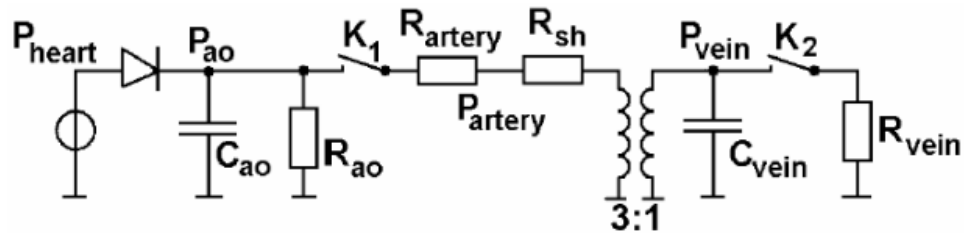


3.16 Nagyvérköri nyomásértékek



3.17 A keringési rendszer egyszerűsített modellje

- Szív, aorta és a bal artériának illetve vénáinak egyszerűsített villamos helyettesítő képe.
- Feszültség = nyomás, az áram pedig a térfogat-, illetve tömegáram.
- A kapacitások az aorta és a vénák puffer hatását reprezentálják.
- Diódák helyettesítik a billentyűket, transzformátor a kapilláris hálózatot és ellenállások az áramlási ellenállást.



- Áramlási ellenállás tetszőleges érdarabra:

$$R = \frac{8L\eta}{r^4\pi}$$

- L az ér hossza,
- r a belső sugár,
- η a vér viszkozitása

- A nagy vérkör sorosan kapcsolt szakaszainak ellenállás eloszlása:

Aorta, nagy artériák	10%
Kis artériák (prekapilláris sphincterek)	50-55%
Kapillárisok	30-35%
Vénák	5%

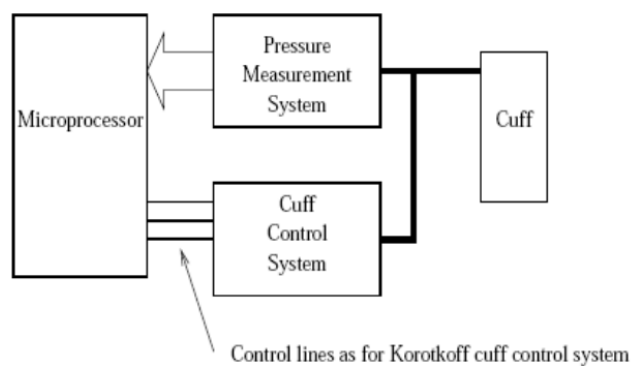
3.18 Mérések pontossága

- Készülékek minőségbiztosítása és pontossága, publikáltak szabványokat
 - AAMI - American Association for the Advancement of Medical Instrumentation
 - BHS - British Hypertension Society
 - Higanys manométer az etalon
 - * A osztály: mérések 40%-ában 5Hgmm, 15%-ában 10Hgmm, 5%-ában 15Hgmm eltérés

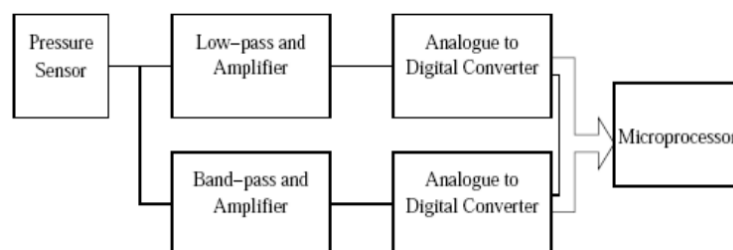
3.19 Mérési megoldások/elvek (nem invazív)

- Auszkultációs módszer
 - Korotkov hangok detektálásán alapul
 - Bal felkarra mandzsettás mérő, felfújjuk, alatta sztetoszkóppal figyeljük a szívverést
 - * Pulzálás megszűnik → Szisztolés nyomás
 - * Leeresztjük a mandzsettát → Turbulens áramlások (Korotkov hangok)
 - * Amikor megszűnnek → Diasztolés nyomás
 - **Hátrány** → Egyetlen pillanatnyi érték, mandzsetta befolyásol, leeresztési sebesség befolyásol, szubjektív a hallgatóság
- Oszcillometriás módszer
 - Automata vérnyomásmérők
 - Marey fedezte fel
 - Az artéria pulzálása megjelenik a felkarra helyezett mandzsetta nyomásában
 - A pulzálás maximális → Artériás középnyomással (MAP)
 - A szisztolés és diasztolés érték ebből számolható definiált szorzókkal
 - **Hátrány** → A szorzók pontatlanok, öregedés (artériák rugalmatlanok)

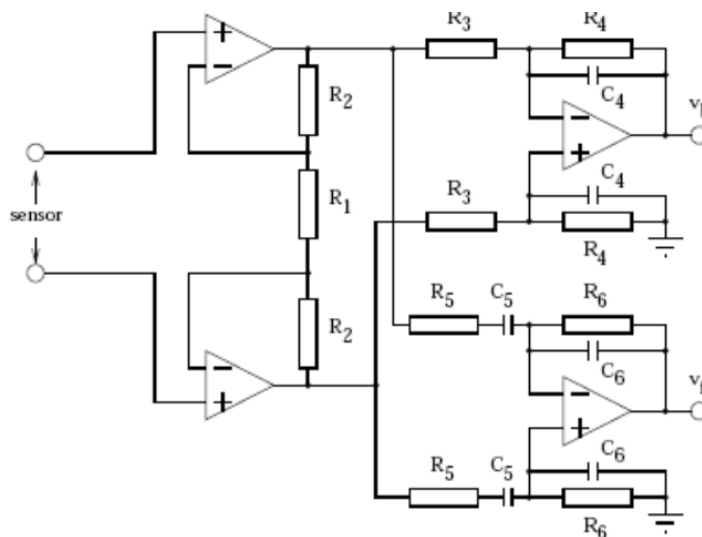
3.20 Oszcillometriás vérnyomásmérő elvi felépítése



3.20.1 A nyomásmérő rész blokkvázlata (oszcillometriás)



3.20.2 A nyomásmérő rész aluláteresztős erősítőjének megvalósítása



3.21 Mérési megoldások/elvek (nem invazív)

- Tonometria
 - Legpontosabb nem invazív mérési módszer
 - Mechanikai tapintófejjel rögzítésre kerül a csuklóartéria pulzálása (folytonos nyomásgörbe)
 - **Hátrány** → Költséges megoldás
- PPG-alapú vérnyomásmérés
 - A fotopletizmográf (PPG) a hajszálerek térfogat változását regisztrálja (pl:a bal kéz egyik ujjbegyén)
 - Mandzsettával méri + EKG görbe
 - Bal felkaron mandzsetta → Nyomása meghaladja a diasztolés értéket, a PPG hullámok amplitúdója elkezd csökkenni, majd meghaladva a szisztolés értéket eltűnik.
 - A szisztolés nyomás ezzel nagy pontossággal mérhető (az egyetlen bizonytalanság a felfújás sebességéből adódik)

- A diasztolés nyomásnál a PPG amplitúdója modulálja a légzést
- Az EKG R-hullám és a PPG pulzus közötti késleltetés méréseéből számolható a szisztolés vérnyomás
- **Hátrány** → Bonyolult, sok nehezen követhető változó

$$BP = \frac{1}{\alpha} \left[\ln \left(\frac{L^2 d\rho}{E_0 h} \right) - 2 \ln(\Delta T_{PT}) \right]$$

3.22 Vérnyomásmérők a gyakorlatban

- Felkaros
- Csuklós
- Ujjbegyes

3.22.1 ABPM - vérnyomás Holter

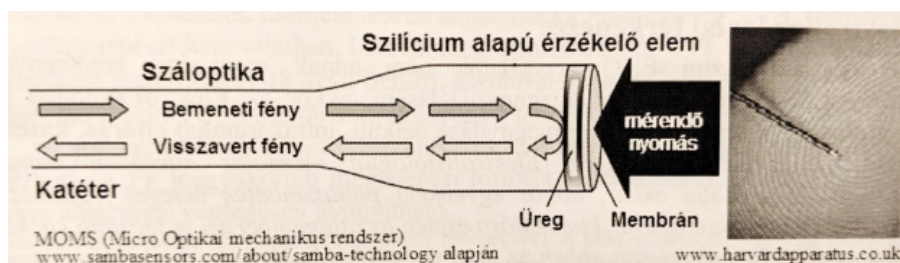
- Hosszú idejű mérések
- BHS és AAMI validált pontosság
- 190g
- Felkaros
- ABPM report

3.22.2 Vérnyomásmérést befolyásoló tényezők

- Testhelyzet
 - Keresztve tett láb + 8Hgmm, ülő helyzet + 5Hgmm,
 - ...
- Mérési technológia
- Napszak
- Érzelmi állapot
- Fizikai aktivitás
- Karvastagság, illetve a mandzsetta aránya (méret)
 - Karkörfogat 80%-a

3.22.3 Invazív vérnyomásmérés

- Intravaszkuláris vérnyomás érzékelő
- Szűkült érszakasz áramlás és nyomásviszonyairól ad információkat
- Katéteres nyomásmérési megoldások
 - Mikromanométer végű vezető drót végén nyomásérzékelő
 - Fiziológiás folyadékkal feltöltött katéter (érzékelő a külső szerelékben van)
 - Katéteres mikro optikai nyomásérzékelő (MOMS)



3.22.4 Vér összetevők mérése

- Vércukormérés
- Koleszterinszint mérés
 - LDL-koleszterin mérés
 - HDL koleszterin mérés
 - VLDL koleszterin mérés

3.22.5 Vércukor

- A tápcsatorna a táplálékkal felvett szénhidrátokat glükózza (szőlőcukor) bontja.
- A glükóz a bélfalon keresztül a vérbe kerül és ezúton a test minden részére eljut.

- Cukorhiánynál a májban egy folyamatos szőlőcukor-újraképzés (glukoneogenezis) zajlik és ez biztosítja a vércukor konstans szinten tartását.
- A sejtek a glükózt energiaforrásként használják valamint egyes sejtek (máj és izom) ezen kívül képesek a glükóz tárolására is szénhidrát (glikogén) formájában.
- Inzulin
 - Latin insula (sziget) szóból kapta
 - Langerhans német kutató (Langerhans szigetek (a hasnyálmirigy szöveti eleme) (1%).)
 - Ha egy állatból kivette a hasnyálmirigyet, akkor a cukorbetegség tünetei jelentek meg.
 - Az inzulin serkenti a máj glikogénraktározását és a sejtek glükózfelvételét, ily módon csökkenti a vércukorszintet.
- Ha az inzulin hiányzik (abszolút inzulinhiány) vagy nem tud rendesen hatni (relatív inzulinhiány), hiányzik az inzulin glukoneogenesis gátló hatása és a szabályozás felborul.
- A máj inzulin hiányában naponta 500 g szőlőcukort képes termelni.
- Az inzulin inzulinreceptorokon keresztül kötni tud a test egyes sejtjeihez (máj-, izom- és zsírsejtek) és kis pórusokat nyit a sejtmembránon, amin keresztül sejtek a glükózt fel tudják venni.

3.23 Inzulin problémák

- Hiány
 - A sejtek (az agysejtek kivételével) nem tudják a glükózt a vérből felvenni, így az a vérben marad.
 - Növekedik a glükóz-újraképzés a májban.
 - Megemelkedik a vércukorszint.
- Felesleg
 - Inzulinrezisztencia: a sejtek idővel ellenállnak az inzulin sejthártya nyitogató kísérleteinek.

3.24 Cukorbetegség

- Diabetes mellitus vagy diabétesz
- A cukor vizelettel való fokozott kiválasztására és a megemelkedett vizeletmennyiségre utal.
- A 2-es típusú cukorbetegség
 - Lépcsőzetes kezelés
 - Életmódváltoztatás → testsúlycsökkentés
 - Tablettás antidiabetikus gyógyszerek
 - A betegség előrehaladásával, amikor a béta-sejtek kimerülése megindul, a tablettás készítmények mellett szükség lehet hosszú hatású inzulinkészítmények esti adására.
 - Az utolsó szakaszban, amikor a béta sejtek kimerültek, az inzulint az 1-es típusú diabéteszhez hasonlóan teljesen pótolni kell.
- 1-es típusú cukorbetegség
 - Inzulin adás szükséges (rendszeres)
 - A hasnyálmirigy inzulint termelő béta-sejtjeinek pusztulása következtében nincs elegendő inzulintermelés.
- GDM - A terhességi vagy gesztációs diabetes mellitus
 - A terhesség első három hónapjában jelentkezik és a terhesség végével általában eltűnik.
 - A terhességi hormonok hatására alakulhat ki.

3.25 Vércukorszint

- A vérben lévő cukor mennyisége folyamatosan ingadozik (ez normális)
 - Nem cukorbetegéknél → Étkezések előtt akár 4-6 mmol/l között, étkezéseket követően pedig 5-9 mmol/l között.
 - Cukorbetegéknél az ingadozások mértéke ennél nagyobb lehet.
- A rendszeres vércukormérés eredményeiből szabad csak következtetéseket levonni.
 - Ha azok egy-egy napszakra, egy-egy étkezés előtt vagy után jellemzően kimutathatók, az egy-egy időpontban végzett mérések több, mint 70%-ában reprodukálhatók.

3.26 Vércukormérés gyakorisága

- Diétával és tablettával kezelt cukorbetegéknél kisebbek a vércukoringadozások ezért általában elég naponta egy vércukorszint mérés.
- Napi profilmérés → egyelten nap 5-6 vércukormérés, ezt követően pedig 1-2 héten át semmi.
- A lépcsőzetes – naponta, másnaponta egyszer – végzett vércukorszint mérések jól tükrözik a vércukor alakulás napszakai dinamikáját.
- Inzulinos pácienseknél naponta többször.

3.27 Vércukormérés

- Vércukormérő berendezés
 - Kisméretű, egyszerűen kezelhető leolvasó műszer
- Tesztcsík
 - Színelváltozások egyértelmű és minél pontosabb leolvasása
- Kalibrációs segédeszközök egyszerű hitelesítés
- Lándra (vért veszünk szúrással)

3.28 Hátrányok

- A kémia reakcióknál a vegyi anyagok szavatossága korlátos
- Leolvasás automatizáltsága
- Eredmények reprodukálhatósága, validálás

3.29 CGM - Folyamatos vércukormonitorozás napjainkban

- Abbot Freestyle Libre
- DEXCOM
 - DEXCOM G5
 - DEXCOM G6
- MEDTRONIC - Guardian

3.30 Inszulin

- Régebben állati inzulin
 - Sertés és marha hasnyálmirigyéből kivont inzulinkészítményeket ma kizárólag azok kapnak, akik már régóta ezeket a készítményeket használják. (esetenként súlyos allergiás reakciók)
 - E.-coli nevű baktériummal, sütőélesztővel állítják elő (inzulin termelésére beprogramozva) a "humán inzulint"

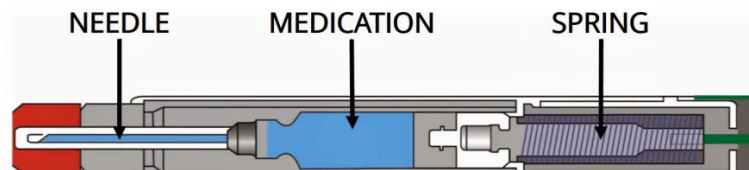
3.30.1 Inszulin beadása

- Régen injekciós tűvel (inzulin)
- Inszulin toll segítségével
- Inszulin pumpa segítségével
- Kísérleti fázis:
 - Orron át adható → orrspray
 - Szájon át adható → folyadék, tabletta
 - Belégzéssel → inhalációs inzulin

3.30.2 Inzulin adagolók napjainkban



3.30.3 Auto-injector megoldás belső részei



3.30.4 CGM + inzulinpumpa

- Folyamatos vércukorszint mérés kombinálva inzulinpompával
- Mesterséges hasnyálmirigy
- Automatikus szabályozó algoritmusok
- Inzulin, és/vagy szénhidrát adagolás

3.30.5 Koleszterin (LDL/HDL), laktát, hemoglobin, triglicerid mérés

- Mérő berendezés
 - Kisméretű, egyszerűen kezelhető leolvasó műszer
- Tesztcsík (többnyire külön az egyes mérési paraméterekre)
 - Színelváltozások egyértelmű és minél pontosabb leolvasása
- Kalibrációs segédeszközök egyszerű hitelesítés
- Lándzsa (vért veszünk szúrással)
- Digitális

3.31 Gyógyszerszedés

- Széles a piac
- Idősebbek többet szednek
- Gyógyszer adagoló megoldások
 - Elektromos/mechanikus
 - Gyógyszer adagolók
 - Elektromos, automata porciózással
 - Manuális-mechanikus felhasználói aktivitással

3.32 Evolúció



3.33 Defibrillátorok és pacemaker-ek

- Pacemaker
- Defibrillator (ICD)
- Cardiac Resynchronization Therapy (CRT)

3.34 Az emberi légzés monitorozása

- Külső légzés
 - Állandó légcseré zajlik a tüdő és a környezet között
- Belső légzés
 - A sejtek és szövetek légzése (gázcseré)

3.34.1 Pulzoximetria

- Mérő szenzor a páciens ujjára, ami a mérés során folyamatosan érzékeli az oxigén szint változását.
- Kis csipeszhez hasonló készülék
- Fájdalommentes vizsgálat
- Kritikus állapotú betegben a módszer sajnos gyakran megbízhatatlan a perifériás vasoconstrictio miatt (az eszköz nem érzékeli a pulzushullámot).

3.34.2 Külső légzést monitorozó eszközök

- Kilégzési csúcsáramlás mérő
 - Lényegében azt méri, hogy egy kilégzés alkalmával milyen gyorsan jut ki a levegő a tüdőből.
 - A leolvasott érték az úgynevezett kilégzési csúcsáramlás értéke (peak expiratory flow, PEF), egysége l/perc.
 - Standard értéktáblázat, amiben benne vannak a testmagasság, életkor és nem szerint specifikált értékek.
- Spirométer
 - A tüdő levegőbefogadó képességének mérésére való eszköz
- Légzési rátát monitorozó öv
 - Nyúlásképes pánt, ami a mellkas térfogatváltozását érzékeli
- Légzésfigyelő/őr babákhoz
 - Babaágy aljára helyezhető mozgás érzékelő betét/matrac
- Légzésszámláló
 - Alvás/horkolás monitorozás mikrofonnal

3.35 Mozgásmonitorozás vs. mozdulatmonitorozás

- Mozgásfigyelés
 - Mozgás a lakásban
 - Életjel (anno: füst felszáll a szomszéd kéményéből)
 - Alvásmonitorozás
- Mozdulatmonitorozás
 - Rehabilitáció (stroke, baleset, fejlődési rendellenesség)
 - * Helyesen/helytelenül végzett gyakorlat (szög, sebesség, táv, mennyiség)
 - Biomechanikai elemzések
 - * Hogyan csinálja, mozdulat optimalizálás
 - Mozgástanulás

3.36 Mozdulat és mozgásmonitorozó rendszerek

- Mozgásmennyiség szenzorok
 - Testen viselt szenzorok → Aktigráfok, aktivitás érzékelők
 - Lakáson belüli szenzorok → Passzív/aktív falra szerelhető mozgás szenzorok
- Monitorozás optikai tartományban
 - Kamera alapú rendszerek passzív optikai referencia markerekkel
- Monitorozás rádió és/vagy ultrahang tartományban
 - Aktív, vagy passzív markerekkel

3.37 Személyi mozgásmennyiség mérő

- Mozgásérzékelő szenzor (accelerométer), ami alkalmas a különböző végtag és törzsmozgások detektálására → Gyorsulásmérő
- Részei
 - A piezo-elektromos gyorsulásmérő/giroszkóp, stb
 - Esemény szűrő
 - Belső óra és memória

3.38 Mozgásmennyiség figyelés (életviteli minták)

- Passzív mozgásérzékelők
- Telepített, viszonylag állandó/stabil rendszerek

3.39 Mozdulat monitorozás

- Cél → A mozdulat/testmozgás kvalitatív és kvantitatív jellemzőinek mérése és rögzítése
 - Mozdulat sebessége
 - Mozdulat pontossága
 - Mozdulatok száma
 - Izületi mozgásterjedelem

3.40 A monitorozás eredményeinek felhasználási területei

- Mozgásrehabilitáció
 - Balesetek utókezelése
 - Stroke utókezelése
- Mozgásszervi betegségek kezelése
- Tremor (nyugalmi, akciós, stb) regisztrálása és vizsgálata (Parkinson)
- Távrehabilitáció/gyógytorna
- Sportmozgások biomechanikai elemzése
- Mozdulat/mozgástanulás támogatása
- Motion capture (pl.: filmek)

3.41 Megoldási alternatívák

- Hagyományos módszer
- Video/markeres módszerek
- Célhardverek
- Informatikai megoldások → Alternatív/költséghatékony

3.42 Mozgásmonitorozás - célhardverek

- Hang RF/Ultrahang
- Speciális ruha (aktív-passzív markerek)
- IR grid

3.43 Eszközök

- Hardver
 - Zebris (német)
 - CMAS (amerikai)

- Cricker Indoor Location System (amerikai)
- Kinect I/II (Xbox, Windows)
- IMU alapokon
- Szoftver
 - SkillSpector (videó alapú)
 - The MotionMonitor (videó vagy hardver alapú)

3.44 Mozdulatkövetés a gyakorlatban (hardver és eszköz)

- Hardver #1
 - Hibrid megoldás (RF + ultrahang)
 - RF frekvencia (433 MHz)
 - 30 méteres hatótávolság
 - Felbontóképesség (1cm (3 méteren), 2 cm (10 méteren))

3.45 Szoftver képességek

- Mozgási adatok beolvasása (3D térkoordináták, idő és szenzor adatok)
 - Külső mozgásmonitorozó eszközről + archivált adatokból
- Mozgás grafikus megjelenítése
- Számítások (távolság és hajlásszög számítás)
- Mozgási adatok rögzítése, minta mozgások felvétele
- Korábban rögzített mozgási adatok elemzése

4 Téma 4

4.1 Elektromos jelek gyűjtése a testből/ről

- EKG \rightarrow ElectroCardioGraphy
 - Non-invazív szívvizsgáló eljárás, ami a szív elektromos jelenségeit vizsgálja, a szívizom-összehúzódásakor keletkező elektromos feszültség regisztrálásával.
- EMG \rightarrow ElectroMyoGraphy
- EEG \rightarrow ElectroEncephaloGraphy
- ECoG/ECG \rightarrow ElectroCOrticoGraphy

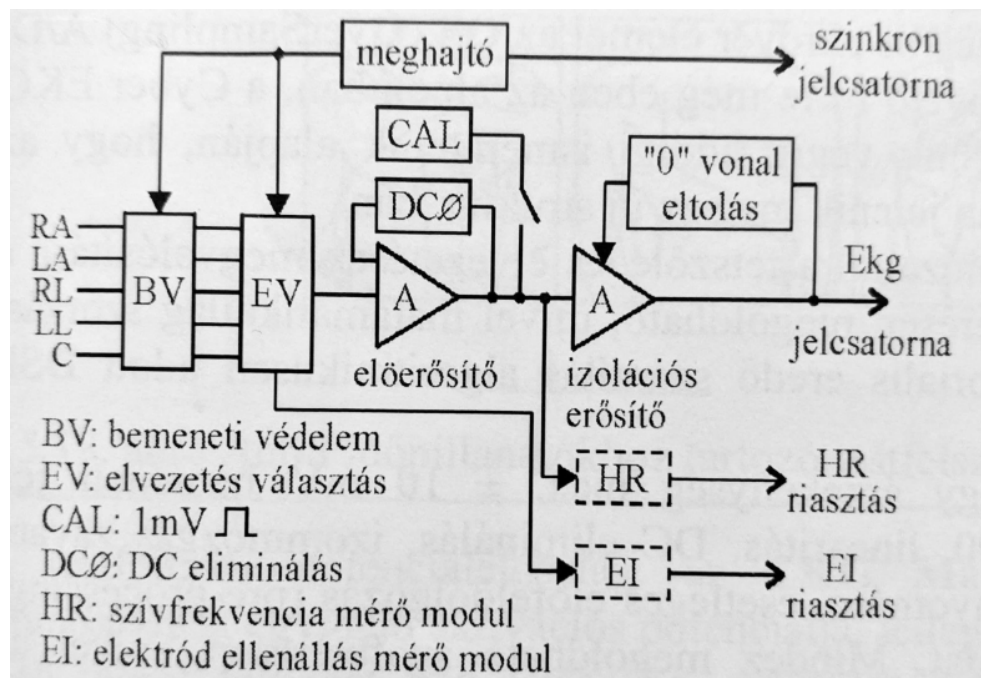
4.2 Elektrokardiográf (EKG)

- A szív elektromos jeleit vizsgáló eljárás (a szívizom-összehúzódásakor keletkező elektromos feszültséget regisztrálja).
- Az EKG működési elve: a szívben lejátszódó elektromos folyamatok a test felszínén is jól érzékelhetőek, hiszen az emberi test jó vezető. Az apró elektromos változásokat felerősítve a jelek időben ábrázolhatók, így alakult ki az EKG-görbe.
- Az elektromos ingerületet a test felszínére helyezett elektródákkal lehet érzékelni. Az EKG hullám szabályos görbét ír, melynek egyedi alakja és sajátosságai vannak.
- Az EKG felfedezése és az első maihoz hasonló elven működő EKG készülék

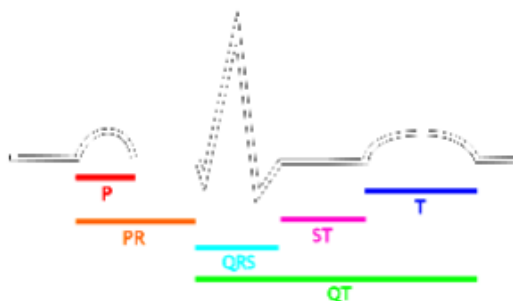
4.3 EKG

- Az első EKG-berendezések három ponton, a két kézen és a bal lábon mérték az elektromos változásokat. (1912-ben Einthoven bemutatja az Einthovenháromszöget)
- A három pont (a törzshöz való csatlakozásukat számolva) egy szabályos háromszöget ad ki, középpontjában a szívvel. Ennek a három pontnak az egymáshoz viszonyított feszültségértékeiből mérhető a feszültség változásának három külön értéke, amit római számokkal jelölnek.

4.4 EKG bemenet funkcionális felépítése



4.5 EKG görbe



- Egy szabályos EKG-felvételen öt csúcsot lehet megkülönböztetni, ezek a P, Q, R, S, T betűkkel vannak jelölve. Az egyes csúcsok megfelelnek bizonyos eseményeknek a szívben (depolarizáció - elektromos kisülés vagy repolarizáció - elektromos újratöltődés).
- **P** → - ingerület a szinusz csomóban (a pitvaron áthaladó elektromos impulzust, a pitvar összehúzódását jelzi)
- **Q** → az ingerület kezdete a kamrákban, ez az apró negatív csúcs gyakran nem is látható, ha nagyon megnövekszik, az infarktust jelezhet
- **R** → a legnagyobb csúcs a kamrákon végigterjedő ingerületet mutatja
- **S** → ez a negatív csúcs a kamrán végigfutó ingerület végét jelzi
- **T** → a kamra repolarizációját mutatja
- **U** → a normális görbén nem vagy csak alig látható, kóros állapotokban, például káliumhiány esetén látványosan jelenik meg
- **PQ intervallum** pitvar - kamrai átvezetést jelent
- Minden egyes normális szívverés tartalmaz egy P-hullámot és QRSkomplexumot és egy T-hullámot.

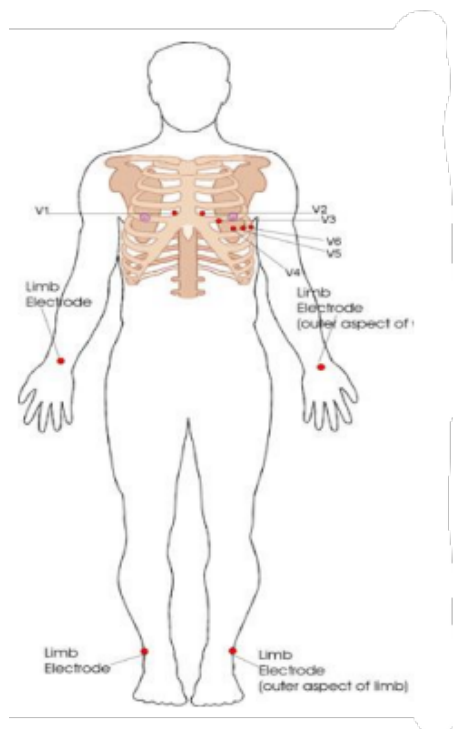
4.6 EKG mérés régen és ma

- Kórházi EKG
- Transzfónikus EKG-k (Mentőszolgálat)
- Mobil EKG-k
 - 66*59*17mm, 50 g, 1-2-3-5-12 csatorna
 - Mintavételi frekvencia:150-300-600 Hz
 - Időkorlátos/non-stop Holter monitor
- Viselhető eszközök

4.7 12 elvezetéses EKG – kórházi használat

- A 12 elvezetés EKG során 10 elektródát használunk. Elhelyezkedésük a testen a következő

- RA (right arm): a jobb kézen, csontos kiemelkedések kerülendők.
- LA (left arm): a bal kézen ugyan oda ahol az RA van, csontos kiemelkedések kerülendők, azonos időben alkalmazandó.
- RL (right leg): jobb lábon, csontos kiemelkedések kerülendők.
- LL (left leg): bal lábon, csontos kiemelkedések kerülendők, ugyanoda ahová az RL került, azonos időben alkalmazandó.
- V1: a negyedik bordaközhöz (4. és 5. borda között) a szegycsont jobb oldalára.
- V2: a negyedik bordaközhöz (4. és 5. borda között) a szegycsont bal oldalára.
- V3: a V2 és V4 közé.
- V4: az ötödik bordaközhöz (5. és 6. borda között) a középső klavikuláris régióba (clavicula - kulcscsont).
- V5: a V4-el horizontálisan a line axillaris anterior vonalába.
- V6: a V4 és a V5 elvezetésekkel horizontálisan, a közép hónalji vonalon.



4.8 Mobil EKG rendszerek a gyakorlatban

- Szív és keringési rendszer monitorozás
 - Terápia követés
 - Távoli páciensmonitorozás-gondozás
 - Ambuláns EKG holter monitorozás 24/7!
 - Edzés/sportmozgás monitorozás (egyéni és csapatsportra)
 - * Terheléses EKG (pl.: 5 csatorna)

4.9 EKG monitorok

- Orvosi minőség
 - CardioBlue (esemény monitor)
 - Wiwe
 - Savvy

4.10 Mobil - viselhető EKG monitorok

Model type	Manufacturer	Sensor type	Connection type
Bioharness	Zephyr Technology Ltd.	< DAQ harness: pulse,posture,RR,Heart rate	Wireless (BTv2)
Quardio (Consumer electronic grade)	< Quardio Inc.	Mobile ECG , GSR, temperature, pulse, breathing activity, 1 day	Wireless (BTv4)

- Sport monitorozás
 - Órák
 - Sport
 - Extrém körülmények
 - Prevenció (hirtelen szívhalál)

4.11 Szívritmusszabályzók, pacemakerek

- A mellkasban vagy a hasban műtét során elhelyezett kis eszköz (szenzor és aktuátor) , ami, elektromos impulzusok segítségével képes a szív ingerképző és ingerületvezető feladatait átvenni, illetve kontrollálni.
- Aritmia
 - szívritmuszavar
 - aritmia esetén a szív vagy túl lassan (bradikardia), vagy túl gyorsan (tachikardia), vagy szabálytalanul veri a testbe a vért
 - ez olyan tüneteket okozhat, mint fáradtság, légszomj, ájulás
 - súlyosabb esetben azonban roncsolhatja a szervezetet, eszméletvesztéshez, halálhoz is vezethet
- Pacemaker beültetésével ezek a tünetek eltűnhetnek, a betegek teljes, aktív életet élhetnek.

4.12 Kinek van szüksége pacemakerre?

- Általában az orvosok az előzőekben vázolt esetekben ajánlanak pacemakert.
 - A leggyakoribb ok a bradikardia.
- További esetek lehetnek
 - Öregedés vagy szívbetegség okozta szinuszcsomó problémák miatt
 - Pitvarfibrilláció esetén (öngerjesztő hatás, az aritmia egy fajtája)
 - Bizonyos gyógyszerek szedése mellett, pl. Béta-blokkolók esetében a szívverés ritmusa lelassulhat.
 - Szívizom problémák esetén
 - Hosszú QT szindróma esetén

4.13 Hogyan működik a pacemaker?

- Egységei
 - elem,
 - számítógéppel ellátott generátor,
 - vezeték + szenzor → elektróda
- Mit csinál?
 - Az elektródák detektálják a szív elektromos aktivitását, és adatokat küldenek a számítógépesített generátorba
 - Helytelen szívritmus esetén a számítógép arra utasítja a generátort, hogy elektromos pulzust küldjön a szívnek

4.14 Pacemakertípusok

- Egyelektródás pacemaker
- Pitvar-kamrai pacemaker
- Biventricularis pacemaker

4.15 Egyelektródás pacemaker

- A vezeték a jobb kamra vagy a jobb pitvar és a generátor között szállít impulzusokat.

4.16 Pitvar-kamrai pacemaker

- A vezetékek a jobb kamra, a jobb pitvar és a generátor között szállítanak impulzusokat.
- Segíti a két kamra összehúzódnak időzítését

4.17 Biventricularis pacemaker

- A vezetékek a pitvar, mind a két kamra és a generátor között szállítanak impulzusokat

- Az előző típus a jobb pitvar és a jobb kamra együttműködését segítette
- Ez a típus egy harmadik vezetékkel a két kamra egyidejű összehúzódnását segíti

4.18 A beültetésről

- nagyjából 1 órás
- kulcscsont alatti területet helyileg érzéstelenítik, majd kis bevágás a bőrön
- az elektródát egy vénán keresztül bevezetik a szívbe → ellenőrzik (pl.: rtg-n) a helyes elhelyezkedést
- ezután csatlakoztatják a pacemakerhez, majd ezt a kulcscsont alatt képzett kis üregbe helyezik

4.19 A szív elektrofiziológias vizsgálata diagnosztikai katéterrel

- Speciális katéterek
- Egyszerre több ponton is lehet mérni
- Rtg-vel, illetve ultrahanggal támogatott elhelyezés